



**STUDI PENGGUNAAN  
CALCIUM STEARATE, ASPAL EMULSI DAN  
SUPERPLASTICISER UNTUK MENGONTROL ABSORPSI  
PADA BETON MUTU NORMAL**

**TESIS**

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan  
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

**AGUS MARYOTO  
NIM : L4A002042**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2004**

## HALAMAN PENGESAHAN

### STUDI PENGGUNAAN CALCIUM STEARATE, ASPAL EMULSI DAN SUPERPLASTICISER UNTUK MENGONTROL ABSORPSI PADA BETON MUTU NORMAL

Disusun Oleh

**AGUS MARYOTO**  
**NIM : L4A002042**

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

**21 Mei 2004**

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

#### Tim Penguji

- |               |   |                         |
|---------------|---|-------------------------|
| 1. Ketua      | : | Ir. Himawan Indarto, MS |
| 2. Sekretaris | : | Dr. Ir. Antonius, MT    |
| 3. Anggota 1  | : | Ir. Sri Tudjono, MS     |
| 4. Anggota 2  | : | Ilham Nurhuda, ST, MT   |
| 5. Anggota 3  | : | Dr. Ir. Nuroji, MT      |

Semarang, 21 Mei 2004

Universitas Diponegoro  
Program Pascasarjana  
Magister Teknik Sipil



Ketua,

Ir. Sutipin, M.Eng)

## ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang bersifat porous, artinya mempunyai pori yang mempengaruhi kekuatan tekannya dan bersifat menyerap air. Pori-pori tersebut dapat dikurangi dengan memakai bahan tambah kedap air. Bahan ini diaduk menjadi satu dengan bahan beton yang lain sehingga menjadi satu kesatuan dalam beton. Sistem ini disebut sistem *integral waterproofing*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan absorpsi pada beton mutu normal setelah dilakukan penambahan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi. Penambahan bahan tersebut sangat berguna untuk meningkatkan beton normal menjadi beton kedap air.

Metode penelitian terbagi dalam lima tahap. Tahap pertama hanya pengujian terhadap silinder beton dalam hal kuat tekan. Sedangkan untuk tahap kedua dilakukan pengujian beton terhadap absorpsi saja. Kemudian menyusul tahap ketiga dilakukan pengujian absorpsi dan kuat tekan beton. Tahap keempat dilakukan pengujian absorpsi beton. Selanjutnya pada tahap kelima dilakukan kembali pengujian absorpsi dan kuat tekan beton ( $f'_c$ ). Pengujian absorpsi dilaksanakan dengan berdasarkan BS 1881 : Part 122 : 1983.

Beberapa hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah Calcium Stearate optimum yang didapatkan sebesar 50 gram/liter larutan. Penggunaan larutan ini adalah 15 liter/m<sup>3</sup> beton. Larutan ini menghasilkan absorpsi rata-rata untuk beton  $f'_c$  38.9 MPa adalah 1.87% sedangkan untuk beton  $f'_c$  49.4 MPa adalah 1.72%. Kuat tekan naik sebesar 4.9% untuk beton  $f'_c$  38.9 MPa dan 1.6% untuk beton  $f'_c$  49.4 MPa setelah ada penambahan aditif kedap air. Pada tahap akhir penelitian, aspal emulsi optimum yang diperoleh adalah sebesar 25 gram/liter larutan. Hasil Absorpsi rata-rata untuk beton  $f'_c$  30.2 MPa adalah 1.14%, dan beton  $f'_c$  41.5 MPa adalah 1.00%. Kuat tekan naik sebesar 2.6% untuk beton  $f'_c$  30.2 MPa dan 1.8% untuk beton  $f'_c$  41.5 MPa setelah ada penambahan aditif kedap air.

## ABSTRACT

Concrete is a porous material. It contains of pore that affects the compressive strength and absorbs water. The pore could be reduced by adding waterproof material. The material is mixed together with other concrete materials to form mortar. This system is called integral waterproofing concrete.

The research is aimed to study the decrement of absorption of normal quality concrete due to additional Calcium Stearate and Asphalt Emulsion. The additional material is very useful to increase the concrete quality from normal concrete to waterproof concrete.

The research consists of five steps. The first step is compressive strength test only.. Whereas, the second step is tested absorption of concrete only. The third is carried out to test both compressive strength and absorption of concrete. The fourth step is absorption test of concrete, and the last step is absorption and compressive strength test of concrete ( $f'_c$ ). Absorption test is carried out based on British Standard : part 122:1983.

The results showed that the optimum of Calcium Stearate is 50 gram/liter liquid or equivalent to 15 lt/m<sup>3</sup> of liquid. This liquid produces an absorption 1.87% for the concrete  $f'_c$  38.9 MPa and 1.72% for the concrete  $f'_c$  49.4 MPa. The compressive strength of concrete increases about 4.9 % for the concrete  $f'_c$  38.9 MPa and 1.6% for the concrete  $f'_c$  49.4 MPa after waterproof additive was introduced. On the last step of the research, the optimum asphalt emulsion is obtained about 25 gram/liter of liquid. The average absorption for the concrete  $f'_c$  30.2 MPa is 1.14 %, and 1.00% for the concrete  $f'_c$  41.6 MPa. The compressive strength of concrete increases about 2.6% for the concrete  $f'_c$  30.2 MPa and 1.8% for the concrete  $f'_c$  41.5 MPa after added waterproof additive.

OPT-POSTAR-UNDIP

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobil'amin, segala puji bagi Allah SWT, Zat yang Maha Perkasa, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Studi Penggunaan Calcium Stearate, Aspal Emulsi dan Superplasticiser untuk Mengontrol Absorpsi pada beton Mutu Normal”**.

Tujuan penulisan tesis ini adalah merupakan salah satu persyaratan bagi mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang yang sedang menyelesaikan masa belajarnya.

Saya yakin, bahwa penulisan Tesis ini masih banyak kekurangan, untuk itu saran dan bimbingan dari Dosen Pembimbing dan rekan-rekan mahasiswa serta dari berbagai pihak sangat diharapkan, demi tercapainya peningkatan hasil akhir dari tesis ini.

Atas ridho Allah SWT, akhirnya dengan segala kekurangan dan keterbatasan penulis harapkan tulisan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

Semarang, Mei 2004

Penyusun,

(Agus Maryoto)

Tesis ini aku persembahkan untuk :  
Ayahnda dan Ibunda  
Istriku yang tercinta Purnomowati  
Ananda tersayang Auzan dan Saifan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berhutang amal dan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya disampaikan kepada Dr. Ir. Antonius, MT, dan Ir. Himawan Indarto, MS. Sebagai pembimbing Tesis ini, beliau telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat dan motivasi hingga Tesis ini selesai. Jasa-jasa beliau akan tetap terpatri dalam sanubari, dan mudah-mudahan amal ini diterima dan mendapat balasan dari Allah SWT.

Terima kasih disampaikan kepada Ir. Budi Hermanto dan Ir. Buyung Armansyah serta teknisi PT. Jaya Readymix Cabang Jateng dan DIY, yang telah memberikan ijin dan bantuan bahan-bahan material beton bagi pelaksanaan penelitian di Laboratorium PT. Jaya Readymix.

Terima kasih disampaikan kepada TIM Laboratorium UNIKA Semarang, yang telah memberikan ijin penggunaan oven untuk penelitian ini.

Terima kasih disampaikan kepada Drs. Dzikron Abdullah, Muhammad Izzudin, ST dan rekan-rekan Pondok Pesantren Addainuriyah 2 Semarang yang telah memberikan bantuan bimbingan spiritual dan do'a.

Terima kasih disampaikan kepada Sularto, ST yang telah memberikan bantuan Aspal Emulsi untuk penelitian ini, mudah-mudahan Allah membalas amal baiknya.

Terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan penulis yang sedang belajar S2, atas kerjasama dan bantuannya. Semoga rekan-rekan tersebut dapat segera menyelesaikan studi S2 ini.

Penulis menghaturkan terima kasih yang tulus dan ikhlas kepada kedua orang tua penulis, kedua Mertua, Kakanda dan Adinda, atas segala bantuannya. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayahNya.

Yang terakhir, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang paling dalam kepada keluarga penulis, yaitu istri tercinta Purnomowati, Ananda Auzan dan Ifan, yang telah dengan sabar dan tekun selalu memberikan dorongan do'a, moral dan semangat agar penulis segera menyelesaikan studi ini.

## DAFTAR ISI

|                                   | Halaman |
|-----------------------------------|---------|
| Abstraksi                         | ii      |
| Lembar Pengesahan                 | iv      |
| Kata Pengantar                    | v       |
| Halaman Persembahan               | vi      |
| Ucapan Terima Kasih               | vii     |
| Daftar isi                        | viii    |
| Daftar Gambar                     | x       |
| Daftar Tabel                      | xi      |
| Daftar Notasi                     | xii     |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>          |         |
| 1.1 Latar Belakang                | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah               | 2       |
| 1.3 Tujuan Penelitian             | 2       |
| 1.4 Manfaat Penelitian            | 2       |
| 1.5 Hipotesis                     | 3       |
| 1.6 Ruang Lingkup Penelitian      | 3       |
| 1.7 Metodologi Penelitian         | 3       |
| 1.8 Sistematika                   | 6       |
| <b>BAB II DASAR TEORI</b>         |         |
| 2.1 Umum                          | 7       |
| 2.2 Infiltrasi Air ke dalam Beton | 8       |
| 2.3 Calcium Stearate              | 10      |
| 2.4 Methanol                      | 10      |
| 2.5 Aspal Emulsi                  | 11      |
| 2.6 Larutan sabun keras 5%        | 12      |
| 2.7 Sikament NN                   | 14      |



### BAB III PROGRAM EKSPERIMENTAL

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Umum                                                  | 15 |
| 3.2 Material untuk Penelitian                             | 15 |
| 3.3 Peralatan yang Digunakan                              | 15 |
| 3.4 Campuran yang akan diuji                              | 16 |
| 3.5 Desain campuran pelaksanaan eksperimental             | 21 |
| 3.5.1 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap I   | 21 |
| 3.5.2 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap II  | 21 |
| 3.5.3 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap III | 21 |
| 3.5.4 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap IV  | 23 |
| 3.5.5 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap V   | 23 |
| 3.6 Tata Cara Pengujian                                   | 24 |
| 3.7 Analisis                                              | 25 |

### BAB IV HASIL EKSPERIMENTAL DAN PEMBAHASAN

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 4.1 Hasil Eksperimental Tahap I   | 26 |
| 4.2 Hasil Eksperimental Tahap II  | 28 |
| 4.3 Hasil Eksperimental Tahap III | 33 |
| 4.4 Hasil Eksperimental Tahap IV  | 38 |
| 4.5 Hasil Eksperimental Tahap V   | 42 |

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

|                |    |
|----------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 52 |
| 5.2 Saran      | 53 |

|                |    |
|----------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 54 |
|----------------|----|

|          |    |
|----------|----|
| LAMPIRAN | 55 |
|----------|----|

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                         | halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Proses masuknya air menembus dinding beton                                                                                   | 7       |
| Gambar 2.2 Air yang menempel pada beton normal tidak ada sudut kontak $< 90^\circ$                                                      | 9       |
| Gambar 2.3 Air yang menempel pada beton kedap air membentuk sudut kontak $> 90^\circ$                                                   | 9       |
| Gambar 4.1 Kuat tekan beton mutu 32.3 MPa hasil pengujian tahap I                                                                       | 26      |
| Gambar 4.2 Kuat tekan beton mutu 45.3 MPa hasil pengujian tahap I                                                                       | 27      |
| Gambar 4.3 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 32.3 MPa tahap II                                                                    | 29      |
| Gambar 4.4 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 45.3 MPa tahap II                                                                    | 30      |
| Gambar 4.5 Perbandingan absorpsi mutu 32.3 MPa dan 45.3 MPa dengan larutan<br>Calcium Stearate                                          | 32      |
| Gambar 4.6 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 38.9 MPa tahap III                                                                   | 34      |
| Gambar 4.7 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 49.4 MPa tahap III                                                                   | 34      |
| Gambar 4.8 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS mutu 38.9 MPa tahap III                                                                 | 37      |
| Gambar 4.9 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS mutu 49.4 MPa tahap III                                                                 | 37      |
| Gambar 4.10 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 38.9 MPa tahap IV                                                                   | 39      |
| Gambar 4.11 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 49.4 MPa tahap IV                                                                   | 39      |
| Gambar 4.12 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 38.9 MPa                                                           | 40      |
| Gambar 4.13 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 49.4 MPa                                                           | 41      |
| Gambar 4.14 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 30.2 MPa                                                                        | 43      |
| Gambar 4.15 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 33.9 MPa                                                                        | 43      |
| Gambar 4.16 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 41.5 MPa                                                                        | 44      |
| Gambar 4.17 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP pada mutu<br>Mutu 3.2 MPa dan 41.5 MPa                                  | 45      |
| Gambar 4.18 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 30.2 MPa                                                                      | 47      |
| Gambar 4.19 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 33.9 MPa                                                                      | 48      |
| Gambar 4.20 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 41.5 MPa                                                                      | 48      |
| Gambar 4.21 Grafik hasil regresi untuk beton normal, setelah ditambah NN,<br>dan setelah ditambah NN, Calcium Stearate dan Aspal Emulsi | 50      |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.7 Hasil kuat tekan beton umur 3 hari mutu 30.2 MPa dan 41.5 MPa  | 45 |
| Tabel 4.8 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari mutu 30.2 MPa dan 41.5 MPa | 46 |

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Foto 1. Larutan Calcium Stearate dan Methanol
2. Foto 2. Benda uji untuk absorpsi di oven selama  $72 \pm 2$  jam suhu  $105 \pm 5$  derajat celcius
3. Foto 3. Penimbangan kering benda uji untuk tes absorpsi setelah keluar oven
4. Foto 4. Benda uji untuk tes absorpsi direndam 30 menit
5. Foto 5. Benda uji untuk tes absorpsi ditimbang basah
6. Foto 6. Larutan Calcium Stearate, Methanol dan Aspal Emulsi
7. Foto 7. Benda uji tes absorpsi setelah dicuring 28 hari
8. Foto 8. Benda uji tes absorpsi direndam 30 menit
9. Foto 9. Benda uji kuat tekan setelah dicuring 28 hari
10. Foto 10. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari
11. Mix design dari PT. Jaya Readymix
12. Tabel 1. Gradasi agregat halus/pasir
13. Tabel 2. Gradasi agregat kasar/split

## DAFTAR NOTASI

|                |                                                         |
|----------------|---------------------------------------------------------|
| MPa            | = Mega Pascal                                           |
| cm             | = centimeter                                            |
| kg             | = kilogram                                              |
| lt             | = liter                                                 |
| m <sup>3</sup> | = meter kubik                                           |
| m <sup>2</sup> | = meter persegi                                         |
| BJ             | = berat jenis                                           |
| fc'            | = <i>force concrete</i> = kuat tekan beton              |
| SSD            | = <i>Saturated Surface Dry</i> = jenuh kering permukaan |
| SP             | = <i>Superplasticiser</i>                               |
| W/C            | = <i>water cement ratio</i> = factor air semen          |
| CS             | = Calcium Stearate                                      |
| ASP            | = Aspal Emulsi                                          |
| mc             | = <i>moisture content</i> = kandungan kelembaban        |
| NN             | = Sikament NN                                           |

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pembangunan konstruksi gedung paska krisis ekonomi 1997-1998 telah mulai bangkit kembali. Di Jakarta, dengan keterbatasan lahan, pengembangan denah dilakukan dengan menambah jumlah lantai ke arah atas ataupun penambahan lantai ke arah bawah sebagai *basement* (lantai bawah tanah). Lantai bawah tanah tersebut digunakan sebagai lahan parkir, ruang keluarga bahkan untuk *supermarket* dan perkantoran. Sebagai contoh terakhir untuk *basement* (lantai bawah tanah) terdapat telah di bangun pada Menara Asiatic di Jalan Casablanca, Jakarta dengan kedalaman lebih kurang 15 meter dari permukaan tanah. Sedangkan pada Gedung ITC Mangga Dua Jakarta, telah dibangun *basement* yang berfungsi sebagai *supermarket/Department Store*.

Untuk struktur *basement* tersebut tentulah sangat beresiko bila hanya digunakan beton biasa yang tidak kedap air apalagi untuk posisi bawah tanah yang berdekatan dengan laut. Kadar air tanah yang mengandung kadar garam tinggi akan sangat membahayakan tulangan dari serangan korosi. Oleh karena itu beton harus di desain agar kedap air.

Ada beberapa sistem untuk menjadikan struktur beton menjadi kedap air diantaranya sistem *membrane*, sistem *coating*, dan sistem integral *waterproofing*/kedap air. Beton kedap air dengan sistem *membrane* dan sistem *coating* mempunyai kelemahan antara lain apabila terjadi kegagalan dalam pelaksanaan akan mengakibatkan kebocoran yang sulit untuk diperbaiki. Sistem ini juga memerlukan pekerjaan pendahuluan sehingga akan menambah biaya dan waktu. Sedangkan kelemahan yang paling membahayakan adalah tingkat kegagalan akibat sobeknya *membrane* pada waktu instalasi sangat tinggi.

Pada sistem *integral waterproofing*, pekerjaan pendahuluan tidak di perlukan, umur beton kedap air tidak terbatas (selama beton masih ada, sistem *integral waterproofing* juga akan tetap ada) dan waktu pelaksanaan mengikuti dengan jadwal pekerjaan.

Pada Menara Asiatic dan Gedung ITC Mangga Dua, keduanya digunakan sistem *integral waterproofing*. Namun aditif *integral waterproofing* masih menggunakan produk-produk luar negeri dengan harga yang sangat mahal bila di bandingkan dengan harga betonnya sendiri. Harga *additive integral waterproofing* tersebut berkisar antara Rp 200.000,- sampai dengan Rp 650.000, untuk tiap 1 m<sup>3</sup> beton.

Dalam *integral waterproofing system*, produk-produk yang digunakan biasanya berasal dari Fosroc, Sika, Cementaid dan MBT. Sedangkan pengujian terhadap kualitas beton kedap air tersebut kebanyakan menggunakan tes Absorpsi atau kadang-kadang tes penetrasi bila diminta oleh Konsultan/Owner. Sedangkan produk-produk dalam negeri saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal, karena belum ada penelitian definitif.

Berdasarkan pada gejala tersebut di atas, perlu diteliti pemanfaatan produk dalam negeri sehingga menghasilkan aditif yang murah dan menghemat biaya pelaksanaan konstruksi. Dalam penelitian ini, digunakan Calcium Stearate yang merupakan produksi dari PT. Monza, Rungkut Megah Raya Blok A/19-20, Surabaya, Jawa Timur dan Aspal Emulsi produksi dari PT. Pertamina, sebagai bahan tambah untuk beton kedap air.

## 1.2 Rumusan Masalah

Absorpsi air pada beton normal ataupun beton tanpa aditif kedap air sangat tinggi. Berdasarkan data dari spesifikasi Teknis PT. Cementaid SSI, absorpsi beton normal berkisar 3%. Air dengan tekanan tertentu bisa masuk ke dalam beton melalui kapiler. Untuk memperkecil kapiler sehingga air tidak bisa masuk ke dalam beton diperlukan aditif yang bisa menurunkan absorpsi beton. Calcium Sterarate dan Aspal Emulsi dapat dibuat menjadi aditif beton, sehingga diharapkan dapat dibuat beton yang kedap air.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan absorpsi pada beton mutu normal setelah dilakukan penambahan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi. Penambahan bahan tersebut sangat berguna untuk meningkatkan beton normal menjadi beton kedap air. Sehingga pada akhirnya ditemukan bahan tambah untuk beton kedap air.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain :

1. membantu industri konstruksi dan masyarakat pada pemakaian aditif *waterproofing* alternatif.
2. meningkatkan penggunaan produk-produk dalam negeri dalam bidang konstruksi dan menurunkan ketergantungan/ *import* aditif *integral waterproofing*.

3. Hasil akhir aditif bisa digunakan untuk konstruksi yang memerlukan *integral waterproofing* antara lain : *basement* bawah tanah, kolam renang, *watertank*, dan atap beton.

## 1.5 Hipotesis

Penelitian ini dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut :

1. absorpsi beton normal akan turun bila ditambah bahan kedap air
2. meningkatkan sudut kontak antara air dan beton bila beton normal ditambah bahan kedap air.
3. kuat tekan beton akan sama sebelum maupun sesudah penambahan bahan kedap air.

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada penggunaan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi dibandingkan dengan beton normal. Adapun ruang lingkup penelitian terbatas pada :

1. Kuat tekan beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah 22.5 MPa sampai dengan 35 MPa.
2. Desain campuran yang digunakan berasal dari Plant PT. Jaya Readymix yang ada di kota Semarang.
3. *Superplasticiser* yang digunakan berasal dari produk PT. Sika Nusa Pratama dengan jenis Sikament NN.
4. Pengujian yang dilakukan untuk indikator kedap air di dasarkan pada BS 1881 : Part 122 : 1983.
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambahan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi terhadap perubahan mutu beton.

## 1.7 Metodologi Penelitian

### 1.7.1 Tujuan Khusus

Penelitian ini dilakukan untuk mencari berat optimum Calcium Stearate dan Aspal Emulsi yang diperlukan untuk menurunkan persentase absorpsi pada beton normal dengan melakukan eksperimen di laboratorium.



### 1.7.2 Metode dan Desain

Langkah pertama yang dilakukan di laboratorium adalah memeriksa *moisture content* (mc) agregat halus dan kasar campuran beton. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak air bebas yang harus ditambahkan sehingga dapat dihasilkan *workability* beton yang hampir sama pada beton normal. Secara garis besar, penelitian ini dilakukan dalam lima tahap yaitu :

1. penelitian awal, untuk menentukan desain campuran beton yang digunakan, sehingga kuat tekan rata-rata beton dapat digunakan sebagai acuan pada tahap ketiga dan kelima.
2. tahap kedua, mencari berat optimum Calcium Stearate, indikatornya adalah penurunan absorpsi.
3. tahap ketiga, berat Calcium Stearate optimum pada tahap kedua diuji lagi dengan uji absorpsi dan uji kuat tekan.
4. tahap keempat, mencari berat optimum Aspal Emulsi yang digabung dengan Calcium Stearate optimum serta larutan air sabun 5%, indikatornya adalah penurunan absorpsi.
5. tahap kelima, penelitian kembali berat optimum gabungan ketiga material tersebut, dengan indikator penurunan absorpsi dengan melihat hasil perbandingan kuat tekannya.

Berikut ini adalah *flow chart* penelitian :

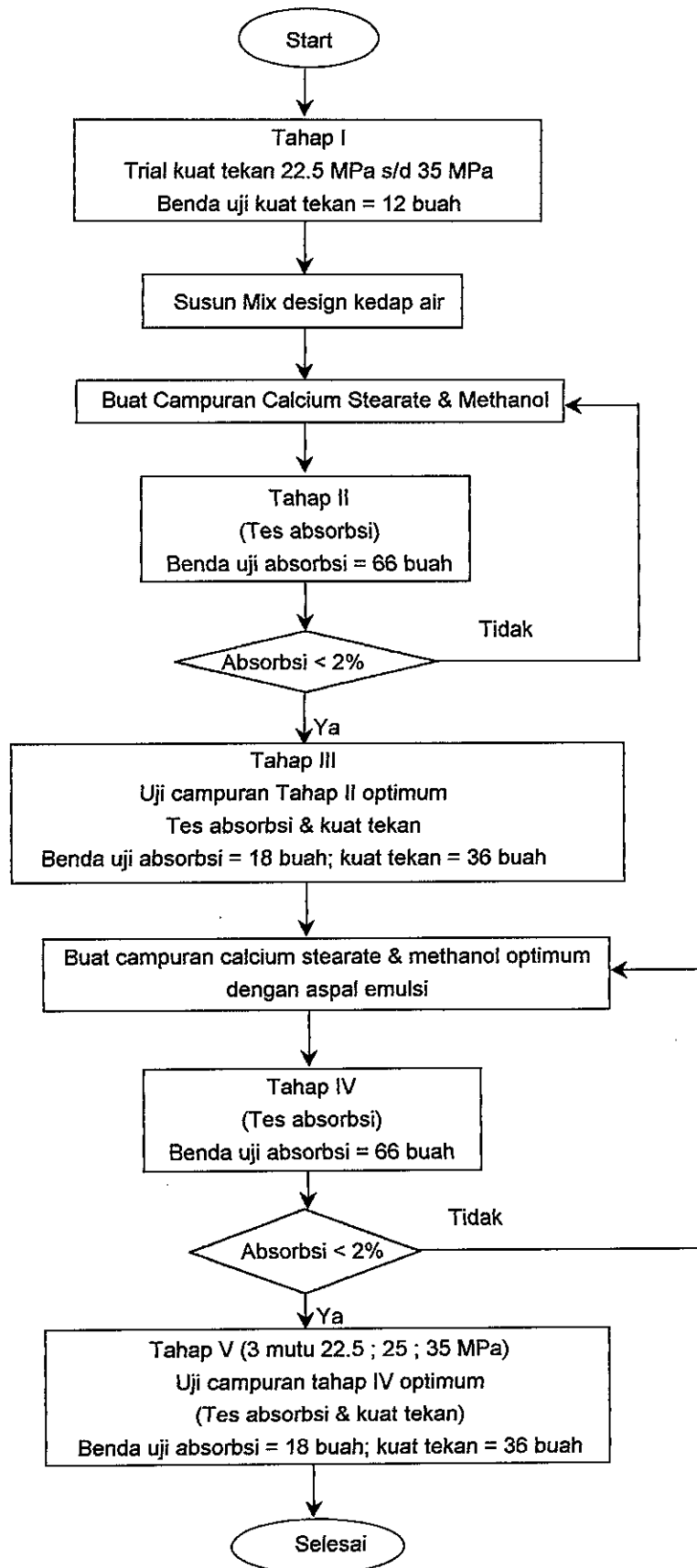


Diagram alir Penelitian

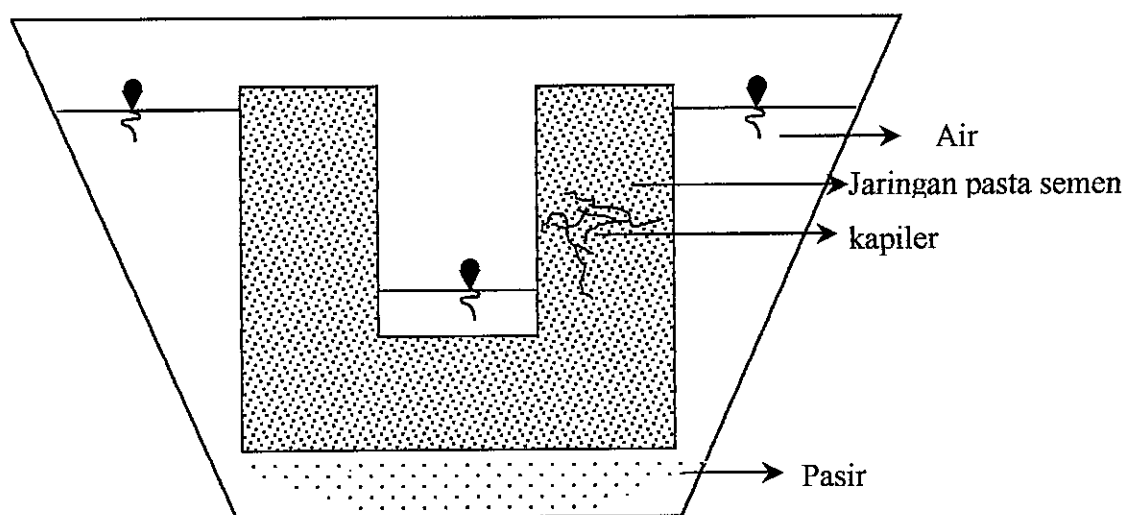
## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Umum

Beton merupakan bahan yang bersifat *porous*, artinya mempunyai pori-pori yang mempengaruhi kekuatan tekan dan sifat menyerap air. Pori-pori tersebut dapat dikurangi dengan memberi bahan tambah beton kedap air. Bahan tambah ini mampu menurunkan absorpsi pada beton mutu normal. Sehingga tingkat kededapan terhadap tekanan air menjadi meningkat. (Hewlet dkk, 1987)

Air akan menembus ke dalam beton melalui dua jalan. Pertama, ketika ada tekanan hidrostatik pada salah satu sisi struktur beton, air dan material yang agresif dapat diangkut melalui beberapa jaringan yang saling menghubungkan antara dua sisi beton tersebut. Kedua, air akan diserap dengan aksi kapiler dan diangkut ke dalam beton ke satu sisi struktur beton yang lain. Gambar 2.1 menampilkan skema proses tersebut.



Gambar 2.1 Proses masuknya air menembus dinding beton

Dalam SKSNI S-36-1990-03 disebutkan bahwa beton kedap air normal harus memenuhi persyaratan bila diuji dengan cara perendaman dalam air :

- a. selama  $10 + 0.5$  menit, resapan (absorpsi) maksimum 2.5 % terhadap berat beton kering.
- b. selama 24 jam, resapan maksimum 6.5 % terhadap berat beton kering oven.

## 2.2 Infiltrasi Air ke dalam Beton

Beberapa hal yang menyebabkan pori-pori dalam beton dapat di bentuk, antara lain :

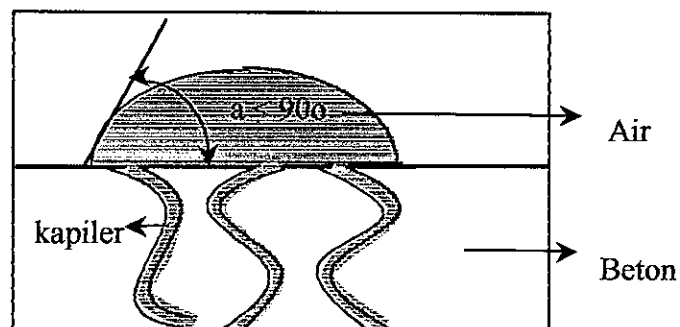
1. Pori gel yang berukuran 2 nanometer dan bergantung pada faktor air semen.
2. Pori kapiler yang dihasilkan dari air yang menguap sewaktu proses pengerasan beton segar, bergantung dari faktor air semen.
3. Pori yang terbentuk sebagai hasil dari *rheology* beton dan metode pencampuran.

Dari ketiga kategori di atas yang paling berpengaruh dalam hal kedap air beton adalah kategori 2 dan 3. Untuk kategori 1 bisa diabaikan karena ukurannya yang kecil sekali.

Material seperti calcium, sodium atau ammonium stearate akan melapisi permukaan pori kapiler menjadi tidak menyerap air (*hydrophobic coating*). Aksi *hidropobic* dari butyl stearate adalah sama dengan jenis yang berasal dari sabun. Butyl stearate yang menghasilkan campuran kedap air adalah Calcium Stearate. Di dalam Aspal Emulsi, partikel yang telah terpecah menghasilkan kondisi yang *hidrophobic* dan menutup pori-pori yang ada (*power blocker*).

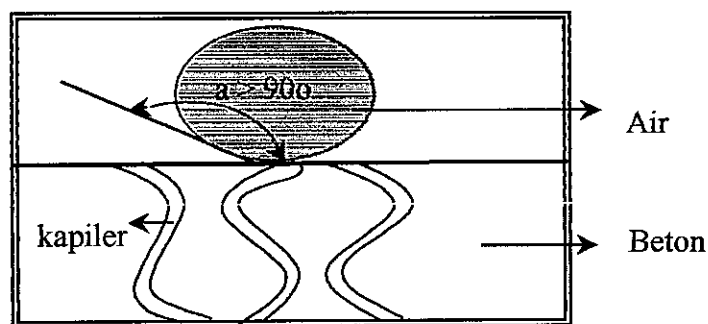
Tattersal dan Banfill (1992) menyebutkan bahwa bahan untuk kedap air mempunyai efek mencegah air masuk ke dalam beton melalui kapiler. Bentuk bahan tersebut berasal dari material sabun, butyl stearate dan bahan dari hasil minyak bumi. Bahan ini mengurangi absorpsi terhadap air.

Selanjutnya Neville (1996) mengungkapkan bahwa bahan tambah kedap air mempunyai beberapa aksi tetapi efek yang paling menonjol adalah membuat beton menjadi *hydrophobic*. Hal ini berarti terjadi peningkatan sudut kontak antara dinding pori kapiler dengan air, sehingga air didorong keluar dari pori seperti terlihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3.



Gambar 2.2 Air yang menempel pada beton normal sudut kontak  $< 90^\circ$

Berdasarkan gambar 2.2, air yang menempel atau menekan pada struktur beton yang tidak menggunakan campuran kedap air *hydrophobic*, sudut kontakannya akan lebih kecil dari 90 derajat. Hal ini karena daya serap kapiler yang besar, juga permukaan kapiler tidak terlapisi bahan kedap air sehingga menimbulkan gaya adhesi air lebih besar dari kohesi.



Gambar 2.3 Air yang menempel pada beton kedap air membentuk sudut kontak  $> 90^\circ$

Selanjutnya gambar 2.3 memperlihatkan kapiler dilapisi bahan kedap air. Lapisan ini membuat ukuran kapiler lebih kecil. Permukaan tersebut tidak menyerap air sehingga gaya kohesi lebih besar dari adhesinya. Hal ini yang mengakibatkan terbentuknya sudut kontak lebih besar dari 90 derajat.

Sementara itu Butler (1997) mengatakan bahwa beton yang digunakan dalam lingkungan yang mengandung klorida akan mengalami korosi di tulangnya. Klorida ini masuk ke dalam beton melalui pori-pori sehingga dalam jangka waktu tertentu mengakibatkan kerusakan beton.

Sedangkan PT. Cementaid salah satu penghasil aditif kedap air yang telah berkiprah dalam konstruksi beton kedap air, dalam spesifikasi teknisnya disebutkan bahwa beton kedap air mempunyai absorpsi paling besar 2%. Pengujian absorpsinya dilakukan dengan merendam di dalam air selama 30 menit.

### 2.3 Calcium Stearate

Calcium Stearate dapat diperoleh di pabrik-pabrik kimia atau agen-agen kimia di kota-kota besar dengan mudah. Material ini bersifat *hidropobic*, artinya tidak dapat bercampur dengan air tanpa dilarutkan dulu ke dalam media larutan lain.

Material ini mempunyai beberapa keuntungan untuk digunakan bahan tambah kedap air antara lain adalah tidak bersifat toksik/racun, sehingga aman untuk dipakai dalam aditif beton. Juga yang lebih penting adalah tidak mengandung unsur yang dapat merusak beton seperti klorida dan sulfat.

Gugus kimia yang bisa menimbulkan sifat kedap air terdapat pada stearate-nya atau gugus  $C_{18}H_{35}O_2$ . Data-data teknis dari Calcium Stearate adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Teknis Calcium Stearate (PT. Monza)

| CHARACTERISTICS  | ANALYSIS                |
|------------------|-------------------------|
| Formula          | $Ca(C_{18}H_{35}O_2)_2$ |
| Appreance        | White Fine powder       |
| Melting Point    | 120° C                  |
| Free Fatty Acid  | 0.5 % Max               |
| Loss on Drying   | 2% Max                  |
| Metal            | 0.65 ppm                |
| Specific gravity | 0.25                    |

### 2.4 Methanol

Methanol ( $CH_3OH$ ) adalah sejenis bahan berupa alkohol. Methanol diproduksi dengan proses yang menggunakan gas alam sebagai sebuah stok makanan. Methanol juga diproduksi di Medco Energi plant di Pulau Bunyu, dijalankan oleh Pertamina.

Keuntungan yang bisa diambil adalah proses pengerasan beton tidak terpengaruh oleh material ini. Oleh karena kandungan chloride-nya sangat kecil, bahkan bisa disebut

sebagai bahan bebas chloride. Bahan ini mempunyai sifat cepat menguap bila dibandingkan dengan air. Kandungan unsur kimia yang ada masih aman bila dipakai dalam adukan beton dan tidak akan merusak beton untuk jangka waktu yang lama. Methanol digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai bahan pembantu agar Calcium Stearate bisa larut di dalam air. Namun bahan ini bersifat mudah terbakar (*flameable*) sehingga perlu kehati-hatian pada waktu penggunaannya.

Spesifikasi teknis dari methanol sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Teknis Methanol (PT. Pertamina)

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Acetone dan Aldehydes         | 0.003 wt% max      |
| Acetone                       | 0.002 wt% max      |
| Ethanol                       | 0.001 wt% max      |
| Acidity (as acetic acid)      | 0.003 wt% max      |
| Total Chloride                | 0.1 ppm            |
| Specific gravity, max Percent | 0.7929 at 20/20° C |
| Methanol                      | 99.95 wt % min     |
| Water                         | 0.02 wt % max      |

## 2.5 Aspal Emulsi

Aspal Emulsi adalah salah satu jenis aspal cair yang pada umumnya terdiri dari campuran aspal, air dan bahan pengemulsi (*emulsifier*). Aspal didispersikan ke dalam air dalam bentuk butir-butir halus. Butir-butir aspal dalam air satu sama lain mempunyai daya tarik sehingga cenderung menggumpal. Untuk mencegah penggumpalan tersebut, maka butir-butir aspal tersebut diberi muatan listrik positif dan negatif dengan cara menambahkan bahan pengemulsi. Sifat yang paling menonjol dari Aspal Emulsi adalah melekatkan bitumen ke permukaan agregat (batu, pasir) yang sangat baik.

Ukuran butiran aspal berkisar antara 0.001 dan 0.01 mikro meter dan kandungan bitumen berkisar antara 30% dan 70%.

Pada umumnya ukuran butir semen adalah 75 mikro meter. Hal ini berarti ukuran butir Aspal Emulsi lebih kecil dari ukuran butir semen sekitar 7500 sampai dengan 75000 kalinya. Ini menunjukkan bahwa butiran Aspal Emulsi tidak akan menghalangi proses

kimia dari semen. Bahkan butir-butir Aspal Emulsi tersebut akan mengisi rongga-rongga kosong pada butir semen. Bitumen secara kimia terdiri dari gugusan aromatik, naphthen dan alkan sebagai komponen terpenting dan secara kimia fisika merupakan campuran *colloid*. Butir-butir yang berupa komponen padat berada dalam fase cairan yang disebut malten. Asphaltene terdiri dari campuran gugusan aromatik, naphthen dan alkan dengan berat molekul yang tinggi sekitar 1.800 – 140.000. Sedangkan malen terdiri dari campuran gugusan aromatik, naphthen dan alkan dengan berat molekul yang lebih rendah yaitu antara 370 hingga 710. Aspal Emulsi mempunyai gugusan rumus kimia sebagai berikut :

1.  $R - NH^2$  – gugus amine
2. Asam lemah  $RCOOH$  /mineral

Berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya Aspal Emulsi dapat dibedakan atas :

1. Aspal Emulsi kationik, yaitu aspal emulsi yang bermuatan listrik positif. Jenis ini terdiri dari 3 golongan yaitu :
  - a. *Cationik Rapid Setting* (CRS-1 dan CRS-2)
  - b. *Cationik Medium Setting* (CMS1 dan CMS-2)
  - c. *Cationik Slow Setting* (CSS-1 dan CSS-2).
2. Aspal Emulsi anionic yaitu Aspal Emulsi yang bermuatan listrik negatif.
3. Aspal Emulsi nonionic yaitu Aspal Emulsi yang tidak bermuatan listrik karena mengalami ionisasi.

## 2.6 Larutan Sabun Keras 5%

Larutan sabun keras digunakan untuk mencegah terjadinya reaksi antara methanol dan Aspal Emulsi, sehingga Aspal Emulsi tidak menggumpal. Spesifikasi dari sabun keras adalah sebagai berikut :



Tabel 2.3 Spesifikasi sabun keras

|          |                |
|----------|----------------|
| DDBS     | 15%            |
| Kaustik  | 1.4%           |
| Soda abu | 5%             |
| Sagu     | 16%            |
| Kaulin   | 16%            |
| Garam    | 5%             |
| Silikat  | 11%            |
| Air      | 30.3%          |
| Pewarna  | sangat sedikit |
| Pewangi  | 0.3%           |

Berdasarkan BS 882:1992, air/material cair yang digunakan untuk beton bertulang boleh mengandung ion klorida sebesar 250 ppm.

Sementara itu dalam sabun keras terdapat NaCl sebesar 5% dari berat sabun. Berdasarkan kandungan NaCl tersebut, maka berat klorida dalam larutan dapat dihitung sebagai berikut :

- Sabun keras yang digunakan dalam 15 liter additive adalah  $15 \times 12.5 \text{ gr} = 187 \text{ gram}$
- Kandungan NaCl-nya adalah  $0.05 \times 187 = 9.375 \text{ gram}$ .
- Berat ion klorida dalam NaCl adalah sekitar 60%-nya dari berat total NaCl.
- Berarti berat ion klorida adalah  $0.6 \times 9.375 = 5.625 \text{ gram}$ .
- Air yang digunakan dalam pencampuran beton dalam 1 m<sup>3</sup> adalah 160 liter.
- Jadi kandungan ion klorida adalah  $5.625/160000 = 3.5 \times 10^{-5}$  atau 35 ppm.

Dari hasil perhitungan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa klorida dari aditif masih aman untuk digunakan dalam campuran beton.

## 2.7 Sikament NN

Sikament NN adalah salah satu jenis *superplasticiser* produksi PT. Sika Nusa Pratama. *Superplasticiser* ini tidak mengandung retarder yang bisa memperlambat *initial setting time*/ waktu pengikatan awal beton. Berdasarkan fungsinya Sikament NN termasuk *superplasticiser* tipe F. *Admixture* ini berfungsi untuk meningkatkan *workability*/ kemudahan untuk dikerjakan pada beton. Selain itu juga untuk meningkatkan kuat tekan awal dan kuat tekan akhir beton. Sikament NN bila digunakan dapat mengurangi pemakaian air sampai dengan 20%. Bentuk dari bahan ini adalah cair dan mempunyai warna coklat tua. *Spesific Gravity*-nya adalah 1.20 kg/ltr dan dosis pemakaian berkisar antara 0.3-2.0% dari berat semen.

## **BAB III**

### **PROGRAM EKSPERIMENTAL**

#### **3.1 Umum**

Program eksperimental dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi dalam beton. Dalam program eksperimental ini akan dicoba dosis Calcium Stearate dan Aspal Emulsi yang bervariasi. Dari beberapa macam dosis ini akan dapat ditentukan berapa dosis yang optimum untuk beton.

#### **3.2 Material untuk Penelitian**

Material yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Calcium Stearate
2. Methanol
3. Aspal Emulsi
4. Sabun cuci merk ekonomi
5. *Superplasticiser*, merk Sikament NN produksi PT. Sika Nusa Pratama, Jakarta.
6. Material beton dengan mutu 22.5 MPa dan 35 MPa dari PT. Jaya Readymix Semarang beserta desain campurannya.

#### **3.3 Peralatan yang Digunakan**

Pelaksanaan penelitian menggunakan Laboratorium PT. Jaya Readymix Semarang. Peralatan dan prosedur yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada BS 1881 : Part 122 : 1983, SKSNI 1992 dan ASTM Volume 04.02.

Peralatan utama yang digunakan adalah :

1. Timbangan *digital* dengan ketelitian 0.1%
2. Oven
3. Cetakan silinder ukuran diameter 75 mm dan tinggi 150 mm
4. Mesin pengaduk beton (Molen kecil) kapasitas 0.05 m<sup>3</sup>
5. Timbangan untuk material beton
6. Alat uji kuat tekan beton.

### 3.4 Campuran yang akan diuji

#### 3.4.1 Tahap pertama

Pada tahap ini dilakukan uji coba campuran (*trial mix*) dan kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton. Desain campuran yang dicoba dari PT. Jaya Readymix. Alasan digunakannya desain campuran dari PT. Jaya Readymix adalah karena desain campuran tersebut telah teruji berkali-kali dalam produksinya, sehingga penelitian ini akan lebih cepat selesai dan hanya terfokuskan pada aditif kedap airnya saja. Benda uji yang diambil sebanyak 6 buah untuk masing-masing mutu. Semua pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.

Desain campuran yang direkomendasikan PT. Jaya Readymix adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Desain campuran beton normal mutu 22.5 MPa, 25 MPa dan 35 MPa

| <b>MIX TYPE</b>                     |          |          |          |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Mutu                                | 22.5 MPa | 35 MPa   | 25 MPa   |
| Slump (cm)                          | 10 +/- 2 | 10 +/- 2 | 10 +/- 2 |
| Cement Content (kg/m <sup>3</sup> ) | 355      | 470      | 390      |
| Nominal water (lt/m <sup>3</sup> )  | 220      | 235      | 223      |
| Water Cement Ratio                  | 0.62     | 0.50     | 0.57     |
| Admixture                           |          |          |          |
| 1. Retarder                         | -        | -        | -        |
| 2. Superplasticiser                 | -        | -        | -        |
| Split 10/20 (kg/m <sup>3</sup> )    | 875      | 890      | 875      |
| Sand (kg/m <sup>3</sup> )           | 920      | 795      | 890      |

Kurva gradasi agregat kasar (*split*) dan kurva gradasi agregat halus (pasir) seperti yang tercantum dalam tabel 1 dan tabel 2 pada lampiran.

### 3.4.2 Tahap kedua

Pada tahap ini akan dicari berat Calcium Stearate untuk menghasilkan nilai absorpsi yang optimum. Untuk itu Calcium Stearate dan methanol yang akan diteliti dibuat dalam lima campuran, dengan setiap komposisi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Komposisi pemakaian Calcium Stearate dan methanol tiap 1 liter campuran

| Nama material                                 | Berat (gram) |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|
|                                               | I            | II  | III | IV  | V   |
| Calcium Stearate (gr)<br>(BJ = 0.25 kg/liter) | 18           | 30  | 40  | 50  | 60  |
| Methanol (gr)<br>(BJ = 0.792 kg/liter)        | 72           | 120 | 160 | 200 | 240 |
| Air (ml)<br>(BJ = 1 kg/liter)                 | 837          | 729 | 638 | 548 | 457 |

Larutan Calcium Stearate kemudian digunakan dalam adukan beton dengan kadar 15 lt/m<sup>3</sup>. Lima belas liter per m<sup>3</sup> dimaksudkan agar dalam proses penuangan material kedap air lebih merata pada seluruh adukan beton.

Pada tahap ini yang menjadi variabel adalah sebagai berikut :

1. Calcium Stearate

Sedangkan material lain yang tetap adalah :

1. semen
2. split
3. pasir
4. air
5. *Superplasticiser*
6. jumlah larutan konstan yaitu 15 liter setiap m<sup>3</sup> adukan beton.

Berikut ini adalah tabel berat desain campuran untuk mutu 22.5 MPa dan 35 MPa.

Tabel 3.3 Desain campuran setelah ditambah larutan Calcium Stearate dan Methanol

| Material                        | Mutu 22.5 MPa |      |              | Mutu 35 MPa |      |              |
|---------------------------------|---------------|------|--------------|-------------|------|--------------|
|                                 | Normal        | NN   | NN + larutan | Normal      | NN   | NN + larutan |
| Semen (kg/m <sup>3</sup> )      | 355           | 355  | 355          | 470         | 470  | 470          |
| Split 10/20(kg/m <sup>3</sup> ) | 875           | 875  | 875          | 890         | 890  | 890          |
| Pasir (kg/m <sup>3</sup> )      | 920           | 920  | 920          | 795         | 795  | 795          |
| Air (liter/m <sup>3</sup> )     | 220           | 160  | 145          | 235         | 179  | 164          |
| SP (liter/m <sup>3</sup> )      | -             | 2.31 | 2.31         | -           | 3.06 | 3.06         |
| Larutan (liter/m <sup>3</sup> ) | -             | -    | 15           | -           | -    | 15           |

Pengujian yang dilakukan adalah Tes Absorpsi sesuai BS 1881 : Part 122 : 1983. Sample yang diuji adalah satu buah beton normal, lima buah setelah penambahan *Superplasticiser*, dan satu buah saat penambahan larutan untuk setiap campuran I sampai dengan V. Jadi pada tahap ini ada 33 benda uji absorpsi untuk tiap mutu beton. Total benda uji untuk mutu 22.5 MPa dan 35 MPa adalah 66 buah.

### 3.4.3 Tahap ketiga

Tahap ketiga ini dilakukan dengan menguji kembali campuran yang menghasilkan absorpsi yang paling optimum. Misalnya dari tabel 3.2 dihasilkan absorpsi yang paling optimum adalah campuran nomor 4, maka campuran tersebut diuji kembali pada tahap ini. Pengujian ini meliputi pengujian absorpsi dan pengujian kuat desak beton. Pengujian absorpsi benda ujinya masing-masing diambil 3 buah sedangkan pengujian kuat tekan benda ujinya masing-masing diambil 6 buah.

Tabel 3.4 Tabel pengambilan benda uji

| Mutu Beton (MPa) | Jenis Pengujian |            |                                        |            |                                                          |            |
|------------------|-----------------|------------|----------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------|------------|
|                  | Beton Normal    |            | Beton normal + <i>Superplasticiser</i> |            | Beton normal + <i>Superplasticiser</i> + Bahan Kedap air |            |
|                  | Absorpsi        | Kuat Tekan | Absorpsi                               | Kuat Tekan | Absorpsi                                                 | Kuat Tekan |
| 22.5             | 3               | 6          | 3                                      | 6          | 3                                                        | 6          |
| 35               | 3               | 6          | 3                                      | 6          | 3                                                        | 6          |

Sedangkan berikut ini adalah tampilan dari desain campuran pada tahap ketiga.

Tabel 3.5 Desain campuran setelah ditambah larutan Calcium Stearate dan Methanol optimum

| Material         | Mutu 22.5 MPa (1 M3 SSD) |      |              | Mutu 35 MPa (1 M3 SSD) |      |              |
|------------------|--------------------------|------|--------------|------------------------|------|--------------|
|                  | Normal                   | NN   | NN + larutan | Normal                 | NN   | NN + larutan |
| Semen (kg)       | 355                      | 355  | 355          | 470                    | 470  | 470          |
| Split 10/20 (kg) | 875                      | 875  | 875          | 890                    | 890  | 890          |
| Pasir (kg)       | 920                      | 920  | 920          | 795                    | 795  | 795          |
| Air (liter)      | 220                      | 160  | 145          | 235                    | 179  | 164          |
| SP (liter)       | -                        | 2.31 | 2.31         | -                      | 3.06 | 3.06         |
| Larutan (liter)  | -                        | -    | 15           | -                      | -    | 15           |

#### 3.4.4 Tahap keempat

Tahap ini dilakukan setelah berat optimum Calcium Stearate diketahui, kemudian dari berat ini digabungkan dengan kadar Aspal Emulsi dan larutan air sabun 5% sebagai berikut :

Tabel 3.6 Komposisi pemakaian Calcium Stearate optimum dan Aspal Emulsi per 1liter larutan

| Nama material    | Berat (gram)        |                     |                     |                     |                     |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Calcium Stearate | Optimum tahap kedua | Optimum tahap kedua | Optimum tahap kedua | Optimum tahap kedua | Optimum tahap kedua |
|                  | I                   | II                  | III                 | IV                  | V                   |
| Aspal Emulsi     | 5                   | 10                  | 15                  | 20                  | 25                  |
| Air              | 20                  | 40                  | 60                  | 80                  | 100                 |
| Air sabun 5%     | 25                  | 50                  | 75                  | 100                 | 125                 |

Larutan kemudian digunakan dalam campuran beton dengan kadar campuran adalah 15 liter setiap m3 beton.

Pada tahap ini yang menjadi variabel adalah sebagai berikut :

1. Aspal Emulsi

Sedangkan material lain yang tetap adalah :

1. Calcium Stearate
2. methanol.
3. semen
4. split
5. pasir
6. air
7. *Superplasticiser*
8. jumlah larutan konstan yaitu 15 liter setiap m<sup>3</sup> adukan beton.

#### 3.4.5 Tahap Kelima

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap absorpsi dan kuat tekan beton, saat ditambah *Superplasticiser* dan setelah ditambah larutan kedap air. Aditif kedap air yang digunakan adalah campuran yang menghasilkan absorpsi terendah pada tahap keempat.

Tabel 3.7 Tabel pengambilan benda uji

| Mutu Beton<br>(MPa) | Jenis Pengujian |            |                                           |            |                                                                |            |
|---------------------|-----------------|------------|-------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|------------|
|                     | Beton Normal    |            | Beton Normal +<br><i>Superplasticiser</i> |            | Beton Normal +<br><i>Superplasticiser</i> +<br>Bahan Kedap Air |            |
|                     | Absorpsi        | Kuat Tekan | Absorpsi                                  | Kuat Tekan | Absorpsi                                                       | Kuat Tekan |
| 22.5                | 3               | 6          | 3                                         | 6          | 3                                                              | 6          |
| 25                  | 3               | 6          | 3                                         | 6          | 3                                                              | 6          |
| 35                  | 3               | 6          | 3                                         | 6          | 3                                                              | 6          |

### 3.5 Desain Campuran Pelaksanaan Eksperimental

Berdasarkan desain campuran di bagian sebelumnya, desain campuran pelaksanaan ini disesuaikan dengan kondisi kandungan air pada material (*moisture content*) dan volume percobaan.



### 3.5.1 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap I

Tabel 3.8 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap I

| No | Material   | Mutu<br>22.5MPa<br>(per m3) | Volume<br>0.045 m3<br>SSD | Volume<br>0.045 m3<br>mc =<br>3.2% | Mutu<br>35 MPa<br>(1m3) | Volume<br>0.045 m3<br>SSD | Volume<br>0.045 m3<br>mc =<br>3.2% |
|----|------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 1  | Semen (kg) | 355                         | 16.0                      | 16.0                               | 470                     | 21.2                      | 21.2                               |
| 2  | Split (kg) | 875                         | 39.4                      | 39.4                               | 890                     | 40.1                      | 4.1                                |
| 3  | Pasir (kg) | 920                         | 41.4                      | 42.7                               | 795                     | 35.8                      | 36.9                               |
| 4  | Air (lt)   | 220                         | 9.9                       | 8.6                                | 235                     | 10.6                      | 9.5                                |
| 5  | W/C        | 0.62                        | 0.62                      | 0.62                               | 0.50                    | 0.50                      | 0.5                                |
| 6  | Slump (cm) | 10±2                        | 10±2                      | 10±2                               | 10±2                    | 10±2                      | 10±2                               |

Dari tabel di atas volume yang dipakai dalam percobaan sebesar 0.045 m<sup>3</sup>. Volume 0.45 m<sup>3</sup> dimaksudkan agar pembuatan benda uji tercukupi. Benda uji yang diambil sebanyak 6 buah, dites tekan pada umur 28 hari. Kolom yang berwarna biru adalah kondisi material aktual dengan *moisture content* 3.2 %. Bagian ini adalah yang dilakukan percobaan untuk menguji kuat tekan yang disyaratkan.

### 3.5.2 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap II

Pada tahap ini digunakan volume untuk masing masing adukan sebesar 0.006 m<sup>3</sup>. Superplasticiser yang digunakan adalah Sikament NN produk Sika dengan dosis 0.65 % dari kandungan semen tiap 1 m<sup>3</sup> beton.

Berat masing-masing material beton normal, setelah ditambah Sikament NN dan terakhir ditambah larutan Calcium Stearate (larutan yang digunakan seperti tercantum dalam tabel 3.2) adalah sebagai berikut :

Tabel 3.9 Desain campuran pelaksanaan eksperimental beton kedap air dengan Calcium Stearate.tahap II

| Material         | Mutu 22.5 MPa (0.006 m3)<br>mc 2.4% |       |              | Mutu 35 MPa (0.006 m3)<br>mc = 2.4 % |       |              |
|------------------|-------------------------------------|-------|--------------|--------------------------------------|-------|--------------|
|                  | Normal                              | NN    | NN + larutan | Normal                               | NN    | NN + larutan |
| Semen (kg)       | 0.71                                | 0.71  | 0.71         | 0.94                                 | 0.94  | 0.94         |
| Split 10/20 (kg) | 1.75                                | 1.75  | 1.75         | 1.78                                 | 1.78  | 1.78         |
| Pasir (kg)       | 1.88                                | 1.88  | 1.88         | 1.63                                 | 1.63  | 1.63         |
| Air (lt)         | 0.40                                | 0.23  | 0.26         | 0.43                                 | 0.27  | 0.3          |
| NN (lt)          | -                                   | 0.005 | 0.005        | -                                    | 0.006 | 0.006        |
| Larutan CS (lt)  | -                                   | -     | 0.030        | -                                    | -     | 0.030        |

Dari desain campuran di atas dibuat benda uji untuk tes absorpsi, selanjutnya benda uji dibongkar pada umur 24 jam dan di rendam dalam air selama 2x 24 jam. Setelah itu dimasukkan oven selam 72 jam +/- 2 jam pada suhu 105 derajat celcius. Proses terakhir benda uji dikeluarkan dari oven dan diangin-anginkan pada suhu kamar selama 24 jam. Benda uji ditimbang kering kemudian direndam dalam air dalam posisi tidur dengan ketinggian air dari permukaan benda uji adalah 25 mm. Setelah 30 menit benda uji dikeluarkan dari rendaman kemudian di lap dengan tisu yang dapat menyerap air sampai kering permukaan dan ditimbang.

### 3.5.3 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap III

Tabel 3.10 Desain campuran pelaksanaan eksperimental beton kedap air dengan Calcium Stearate tahap III

| Material         | mutu 22.5 MPa (0.045 m3)<br>mc = 2.4% |       |              | mutu 35 MPa (0.045 m3)<br>mc = 2.4% |       |              |
|------------------|---------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|-------|--------------|
|                  | Normal                                | NN    | NN + larutan | Normal                              | NN    | NN + larutan |
| Semen (kg)       | 0.71                                  | 0.71  | 0.71         | 0.94                                | 0.94  | 0.94         |
| Split 10/20 (kg) | 1.75                                  | 1.75  | 1.75         | 1.78                                | 1.78  | 1.78         |
| Pasir (kg)       | 1.88                                  | 1.88  | 1.88         | 1.63                                | 1.63  | 1.63         |
| Air (kg)         | 0.40                                  | 0.23  | 0.26         | 0.43                                | 0.27  | 0.3          |
| NN (lt)          | -                                     | 0.005 | 0.005        | -                                   | 0.006 | 0.006        |
| Larutan CS (lt)  | -                                     | -     | 0.030        | -                                   | -     | 0.030        |

Pada tahap ini larutan yang digunakan adalah larutan nomor 4 dari tabel 3.2 yang merupakan larutan yang menghasilkan absorpsi paling optimum. Benda uji absorpsi yang diambil sebanyak 3 buah tiap campuran dan untuk uji kuat tekan sebanyak 6 buah.

### 3.5.4 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap IV

Pada tahap IV ini larutan yang digunakan untuk eksperimental adalah larutan seperti yang tercantum dalam tabel 3.6.

Tabel 3.11 Desain campuran pelaksanaan eksperimental beton kedap air dengan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi

| Material         | mutu 22.5 MPa (0.006 m3)<br>mc = 1.6% |       |              | mutu 35 MPa (0.006 m3)<br>mc = 1.6 % |       |              |
|------------------|---------------------------------------|-------|--------------|--------------------------------------|-------|--------------|
|                  | Normal                                | NN    | NN + larutan | Normal                               | NN    | NN + larutan |
| Semen (kg)       | 0.355                                 | 0.355 | 0.355        | 0.470                                | 0.470 | 0.470        |
| Split 10/20 (kg) | 0.875                                 | 0.875 | 0.875        | 0.890                                | 0.890 | 0.890        |
| Pasir (kg)       | 0.93                                  | 0.93  | 0.93         | 0.808                                | 0.808 | 0.808        |
| Air (lt)         | 0.21                                  | 0.15  | 0.135        | 0.22                                 | 0.166 | 0.151        |
| NN (lt)          | -                                     | 0.002 | 0.002        | -                                    | 0.003 | 0.003        |
| CS+Aspal (lt)    | -                                     | -     | 0.015        | -                                    | -     | 0.015        |

Dari desain campuran di atas dibuat benda uji untuk tes absorpsi, selanjutnya benda uji dibongkar pada umur 24 jam dan di rendam dalam air selama 2x24 jam. Setelah itu dimasukkan oven selam 72 jam +/- 2 jam pada suhu 105 derajat celcius. Proses terakhir benda uji dikeluarkan dari oven dan diangin-anginkan pada suhu kamar selama 24 jam.

Benda uji ditimbang kering kemudian direndam dalam air dalam posisi tidur dengan ketinggian air dari permukaan benda uji adalah 25 mm.

Setelah 30 menit benda uji dikeluarkan dari rendaman kemudian dikeringkan dengan tisu yang dapat menyerap air sampai kering permukaan dan ditimbang.

### 3.5.5 Desain campuran pelaksanaan eksperimental tahap V

Pada tahap ini digunakan volume untuk masing masing adukan sebesar 0.045 m3. *Superplasticiser* yang digunakan adalah Sikament NN produk Sika dengan dosis 0.65 % dari kandungan semen tiap 1 m3 beton. Nomor larutan yang digunakan adalah nomor 5

dengan komposisi tiap liter sebagai berikut: Calcium Stearate = 50 gr, methanol = 200 gr, air = 125 gr, Aspal Emulsi = 50 gr, air = 200 gr dan air sabun 5% = 250 gr. Berat masing-masing material beton normal, setelah ditambah Sikament NN dan terakhir ditambah larutan Calcium Stearate + Aspal Emulsi seperti terlihat dalam tabel 3.14 berikut :

Tabel 3.12 Desain campuran pelaksanaan eksperimental beton kedap air dengan Calcium Stearate + Aspal Emulsi

| Material         | mutu 22.5 MPa (0.045 m <sup>3</sup> ) |       |              | mutu 25 MPa (0.045 m <sup>3</sup> ) |       |              | mutu 35 MPa (0.045 m <sup>3</sup> ) |       |              |
|------------------|---------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|-------|--------------|
|                  | mc = 1.5 %                            |       |              | mc = 4 %                            |       |              | mc = 1.5 %                          |       |              |
|                  | Normal                                | NN    | NN + larutan | Normal                              | NN    | NN + larutan | Normal                              | NN    | NN + larutan |
| Semen (kg)       | 15.98                                 | 15.98 | 15.98        | 17.55                               | 17.55 | 17.55        | 21.15                               | 21.15 | 21.15        |
| Split 10/20 (kg) | 39.38                                 | 39.38 | 39.38        | 39.38                               | 39.38 | 39.38        | 40.05                               | 40.05 | 40.05        |
| Pasir (kg)       | 42                                    | 42    | 42           | 41.67                               | 41.67 | 41.67        | 36.3                                | 36.3  | 36.31        |
| Air (lt)         | 9.75                                  | 7.1   | 6.4          | 8.46                                | 6.21  | 5.54         | 10.4                                | 7.9   | 7.2          |
| NN (lt))         | -                                     | 0.11  | 0.11         | -                                   | 0.11  | 0.11         | -                                   | 0.137 | 0.137        |
| CS+Aspal (lt)    | -                                     | -     | 0.675        | -                                   | -     | 0.675        | -                                   | -     | 0.675        |

Pada tahap terakhir ini diambil benda uji untuk pengetesan kuat tekan sebanyak 6 buah untuk masing-masing campuran. Satu buah benda uji dites pada umur 3 hari dan 5 buah benda uji dites pada umur 28 hari. Untuk pengujian umur 3 hari dimaksudkan agar kuat tekan beton dapat diketahui secara dini apakah terjadi pengaruh baik atau buruk, sehingga tidak terlalu lama menunggu untuk menarik kesimpulan.

### 3.6 Tata Cara Pengujian

#### 3.6.1 Tata Cara Pengujian Absorpsi

Tata cara pengujian absorpsi mengikuti prosedur BS 1881 : Part 122 : 1983, yaitu sebagai berikut :

1. Sampel dibongkar dari silindernya setelah berumur 24 jam.
2. Sampel dimasukkan dalam oven dengan suhu  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 72 jam  $\pm 2$  jam.
3. Sampel dikeluarkan, kemudian didinginkan selama  $24 \pm 0.5$  jam pada suhu kamar.
4. Sampel ditimbang.(berat kering = A)
5. Sampel di rendam air selama  $30 \pm 0.5$  menit dengan posisi sampel tidur, dan kedalaman air setinggi  $25 \pm 5$  mm dari permukaan sampel yang paling atas.

6. Sampel dikeluarkan, bersihkan air dari permukaan sampel dengan tisu sehingga air yang ada dipermukaan sampel benar-benar bersih.
7. Sampel ditimbang.(berat basah = B)

### 3.6.2 Tata Cara Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton didasarkan pada Peraturan Beton SNI 1992 dan Peraturan Beton Indonesia 1971. Kuat tekan beton ini diambil rata-ratanya saja, kemudian dibandingkan antara kuat tekan beton normal, kuat tekan beton setelah ditambah Superplasticiser dan dengan kuat tekan beton yang sudah ditambah Superplasticiser dan bahan tambah kedap air. Hasil kuat tekan beton ini merupakan pengujian yang sangat penting dimana parameter ini digunakan untuk mengetahui sampai dimana pengaruh bahan tambah kedap air terhadap kuat tekannya.

## 3.7 Analisis

### 3.7.1 Analisis absorpsi

Analisis terhadap nilai absorpsi dilakukan sebagai berikut :

(BS 1881:Part 122:1983)

$$\text{Nilai absorpsi} = \frac{B - A}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat kering benda uji

B = Berat benda uji setelah direndam air

### 3.7.2 Analisis Kuat Tekan Beton

Pada tahap pertama kuat tekan beton diuji pada umur 28 hari. Sedangkan pada tahap ketiga semuanya diuji kuat tekan pada umur 28 hari dan tahap kelima kuat tekan beton yang diuji pada umur 3 hari adalah 1 buah dan 28 hari adalah 5 buah.

Untuk pengujian pada umur 3 hari dimaksudkan agar pengaruh penambahan aditif kedap air terhadap kuat tekannya segera diketahui lebih dini.

## BAB IV

### HASIL EKSPERIMENTAL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Eksperimental Tahap I

Hasil uji kuat tekan untuk desain campuran tahap I terlihat pada tabel 4.1.

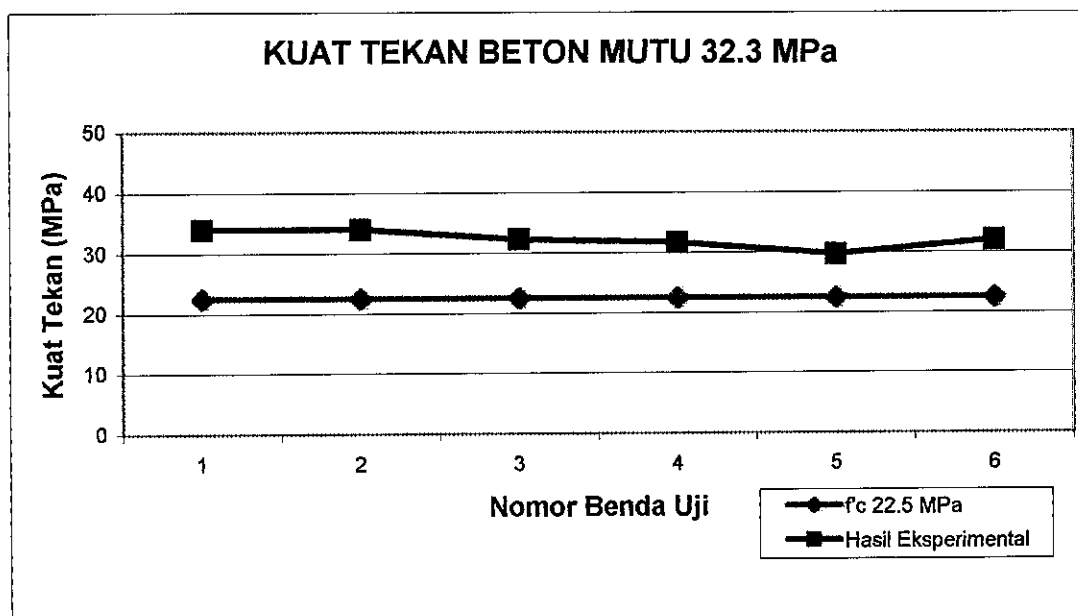
Tabel 4.1 Hasil Kuat tekan beton mutu 32.3 MPa dan 45.3 MPa

| No | Uraian        | Kuat Tekan |       |       |       |       |       |           |
|----|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|    |               | 1          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | Rata-rata |
| 1  | Mutu 32.3 MPa | 33.95      | 33.95 | 32.26 | 31.69 | 29.71 | 31.97 | 32.26     |
| 2  | Mutu 45.3 MPa | 48.38      | 43.01 | 49.80 | 46.40 | 45.84 | 38.48 | 45.32     |

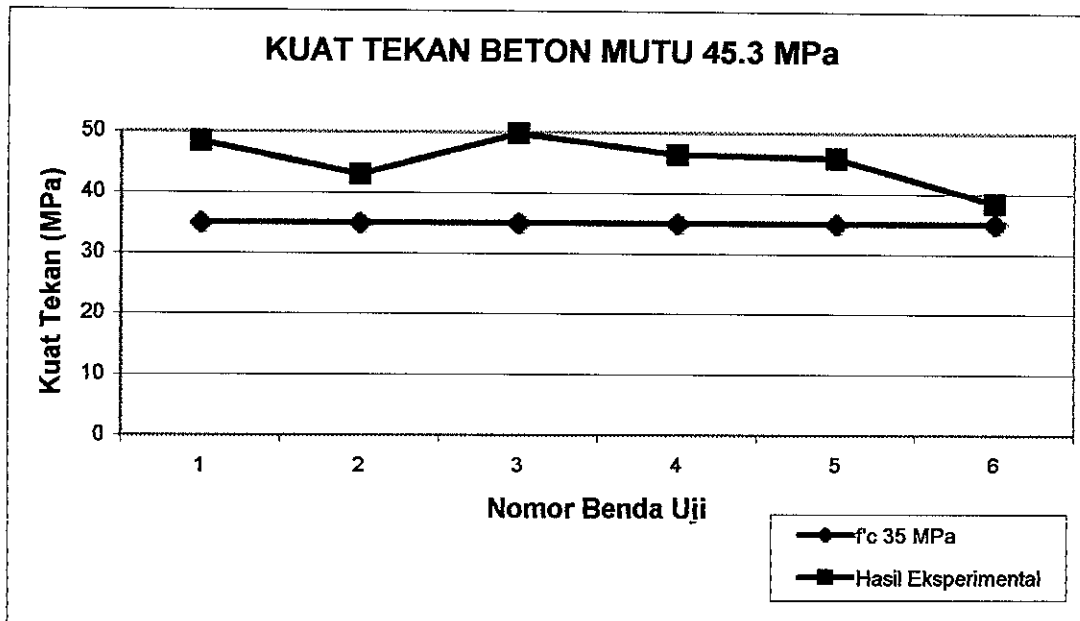
Slump untuk mutu 32.3 MPa = 12 cm

Slump untuk mutu 45.3 MPa = 12 cm

Berdasarkan tabel 4.1 terlihat bahwa kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan adalah 32.26 MPa dan 45.32 MPa. Nilai ini lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yaitu 22.5 MPa dan 35 MPa.



Gambar 4.1 Kuat tekan beton mutu 32.3 MPa hasil pengujian tahap I



Gambar 4.2 Kuat tekan beton mutu 45.3 MPa hasil pengujian tahap I

Dari hasil rata-rata kuat tekan di atas dapat disimpulkan bahwa desain campuran yang dibuat telah memenuhi kuat tekan yang disyaratkan. Juga akan semakin jelas bila dilihat dari gambar 4.1 dan gambar 4.2 bahwa seluruh kuat tekan dari benda uji berada di atas mutu yang disyaratkan. Dengan demikian desain campuran ini dapat digunakan untuk eksperimental selanjutnya.

#### 4.1 Hasil Eksperimental Tahap II

Hasil pengujian tahap dua adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil uji absorpsi beton yang ditambah dengan Calcium Stearate

| No | Sampel  | mutu 32.3 MPa     |                    |                     | mutu 45.3 MPa     |                    |                     |
|----|---------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
|    |         | Absorpsi<br>I (%) | Absorpsi<br>II (%) | Absorpsi<br>III (%) | Absorpsi<br>I (%) | Absorpsi<br>II (%) | Absorpsi<br>III (%) |
| 1  | Normal  | 4.45              | 4.57               | 4.50                | 4.08              | 4.18               | 4.16                |
| 2  | 1+NN    | 3.16              | 3.20               | 3.14                | 2.94              | 2.90               | 2.99                |
| 3  | 2+NN    | 3.25              | 3.20               | 3.36                | 3.00              | 3.10               | 3.06                |
| 4  | 3+NN    | 3.26              | 3.18               | 3.22                | 3.21              | 3.12               | 3.19                |
| 5  | 4+NN    | 3.32              | 3.38               | 3.35                | 3.04              | 3.12               | 3.08                |
| 6  | 5+NN    | 3.36              | 3.42               | 3.40                | 3.14              | 3.16               | 3.19                |
| 7  | 1+NN+CS | 1.98              | 1.92               | 1.97                | 1.81              | 1.80               | 1.79                |
| 8  | 2+NN+CS | 1.94              | 1.95               | 1.97                | 1.73              | 1.70               | 1.71                |
| 9  | 3+NN+CS | 1.88              | 1.93               | 1.91                | 1.67              | 1.64               | 1.65                |
| 10 | 4+NN+CS | 1.77              | 1.81               | 1.79                | 1.69              | 1.66               | 1.67                |
| 11 | 5+NN+CS | 1.84              | 1.82               | 1.80                | 1.70              | 1.69               | 1.72                |

**Keterangan :**

Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun

NN : *Superplasticiser* Sikament NN

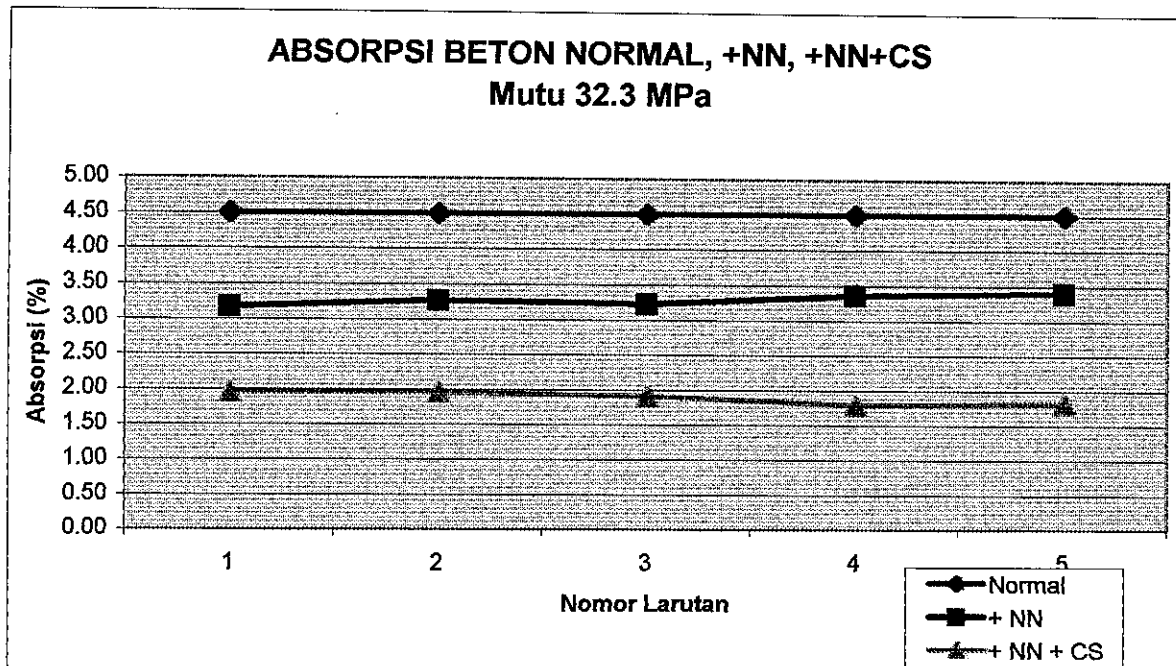
1+NN : Beton mutu normal ditambah Sikament NN

CS : Larutan Calcium Stearate

(1,2,3,4,5)+NN+CS : Beton mutu normal ditambah sikament NN dan Larutan Calcium Stearate nomor (1,2,3,4,5)

Gambar berikut ini memperjelas perbandingan absorpsi rata-rata dari perilaku ketiga desain di atas.





Gambar 4.3 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu mutu 32.3 MPa

Keterangan :

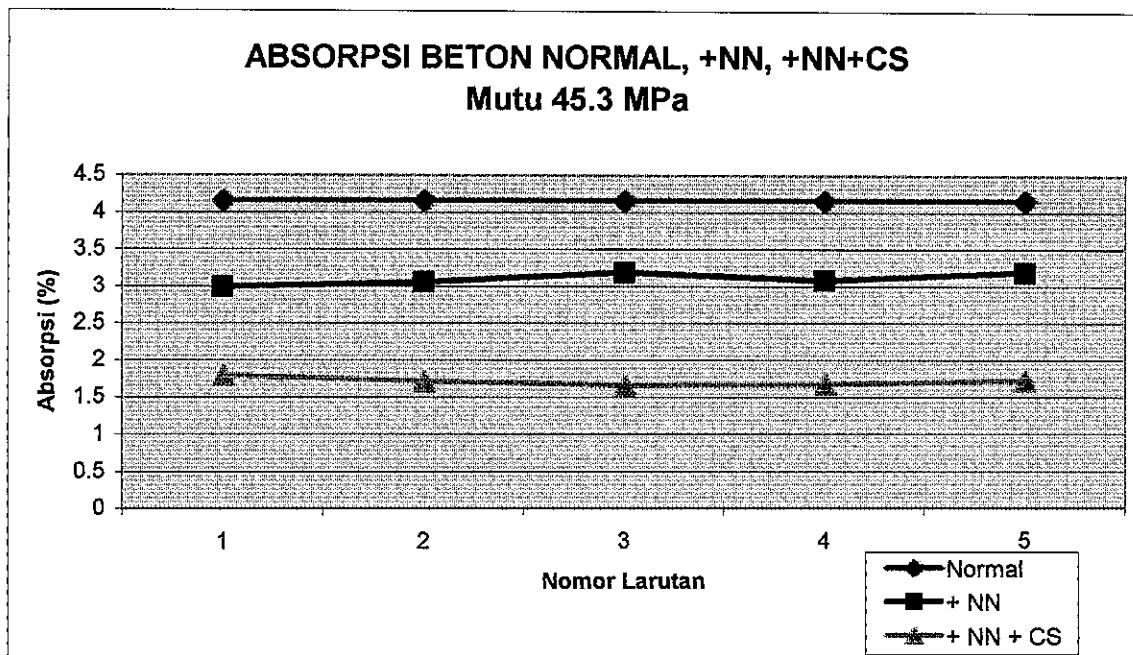
Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun  
 NN : *Superplasticiser* Sikament NN  
 CS : Larutan Calcium Stearate

Berdasarkan gambar 4.3 dan tabel 4.2 :

1. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN ternyata menurunkan absorpsi  $\pm 30\%$  dan apabila ditambah lagi dengan larutan 1 Calcium Stearate maka absorpsi berkurang sekitar 56%.
2. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN, absorpsi turun sekitar 25% dan bila ditambah lagi dengan larutan 2 Calcium Stearate ternyata menurunkan absorpsi  $\pm 56\%$ .
3. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN, absorpsi turun  $\pm 28\%$  dan apabila ditambah lagi dengan larutan 3 Calcium Stearate absorpsinya turun sekitar 58%.
4. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN, absorpsi turun sekitar 26% dan bila dilakukan lagi penambahan larutan 4 Calcium Stearate absorpsi turun sekitar 60%.

5. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN, absorpsi turun sekitar 24% dan apabila ditambah lagi larutan 5 Calcium Stearate absorpsi turun sekitar 60%.

Dari keseluruhan sampel, absorpsi akan berkurang cukup besar bila ditambah dengan NN dan larutan Calcium Stearate.



Gambar 4.4 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu mutu 45.3 MPa

Keterangan :

Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun  
 NN : *Superplasticiser* Sikament NN  
 CS : Larutan Calcium Stearate

Berdasarkan gambar 4.4 dan tabel 4.2 :

1. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN ternyata menurunkan absorpsi  $\pm 28\%$  dan apabila ditambah lagi dengan larutan 1 Calcium Stearate maka absorpsi berkurang sekitar 57%.
2. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN absorpsi turun sekitar 26% dan bila ditambah lagi dengan larutan 2 Calcium Stearate ternyata menurunkan absorpsi  $\pm 59\%$ .

3. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN absorpsi turun  $\pm 23\%$  dan apabila ditambah lagi dengan larutan 3 Calcium Stearate absorpsinya turun sekitar 60%.
4. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN absorpsi turun sekitar 26 % dan bila dilakukan lagi penambahan larutan 4 Calcium Stearate absorpsi turun sekitar 60%.
5. Beton mutu normal setelah ditambah dengan Sikament NN absorpsi turun sekitar 23 % dan apabila ditambah lagi larutan 5 Calcium Stearate absorpsi turun sekitar 59%.

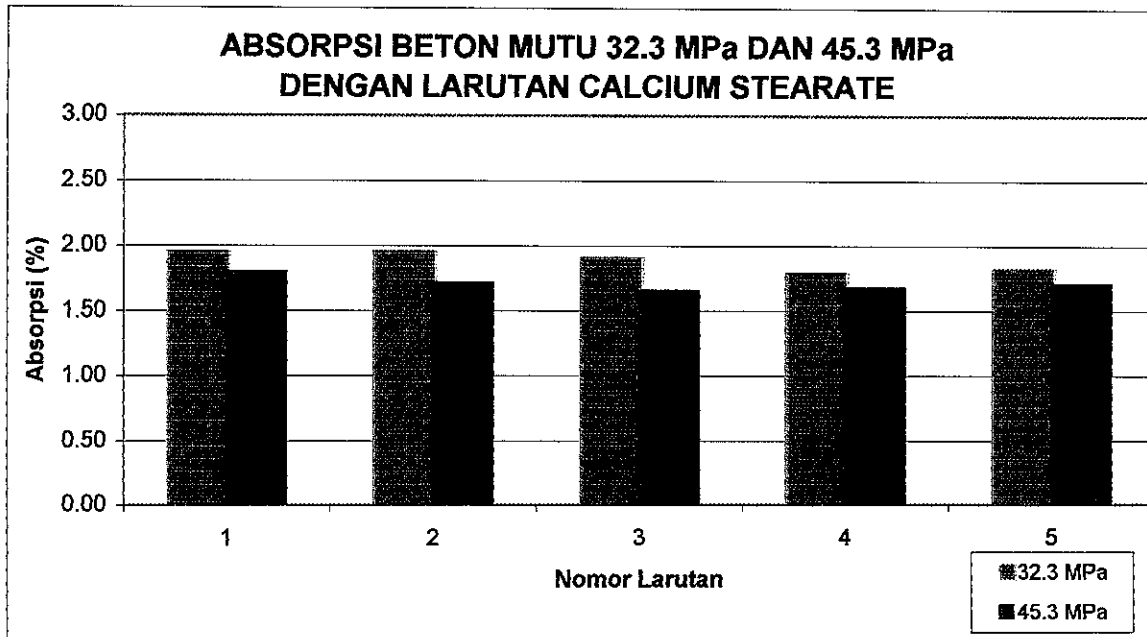
Dari keseluruhan sample, absorpsi akan berkurang secara signifikan bila ditambah dengan Sikament NN dan larutan Calcium Stearate.

Dari gambar 4.3 dan 4.4 di atas menunjukkan bahwa pengaruh *superplasticiser* Sikament NN dan larutan Calcium Stearate sangat berpengaruh terhadap absorpsi. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Air bebas yang diperlukan untuk proses hidrasi semen rata-rata 0.27 dari berat semen.
2. Sisa air bebas yang tidak digunakan untuk proses hidrasi akan menguap.
3. Pada proses penguapan air terbentuklah pori yang merupakan bekas jalan yang digunakan untuk penguapan.
4. Semakin besar faktor air semen yang digunakan semakin besar pula pori atau kapiler yang ditinggalkan.
5. Dengan penambahan *superplasticiser*, air yang digunakan dapat dikurangi dengan tidak mengurangi *workability* beton segar, sehingga kapiler yang ditinggalkan lebih kecil, hal ini dapat dilihat dari absorpsi beton yang ditambah dengan NN, absorpsinya lebih kecil dari beton normal.
6. Penambahan aditif Calcium Stearate akan memperkecil absorpsi, hal ini dapat dilihat dari grafik di atas. Calcium Stearate akan melapisi pori yang ditinggalkan saat air menguap dari beton sehingga pori akan lebih kecil dan dinding pori akan terlapisi secara licin dan tidak menyerap air.

Dari data di atas campuran Calcium Stearate yang menghasilkan absorpsi paling rendah adalah campuran nomor 4 untuk mutu 32.3 MPa dan campuran nomor 3 untuk mutu 45.3 MPa.

Selanjutnya hasil absorpsi antara beton mutu 32.3 MPa dan beton mutu 45.3 MPa bila ditampilkan dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Perbandingan absorpsi pada mutu 32.3 MPa dan 45.3 MPa dengan larutan Calcium Stearate

Gambar di atas memperlihatkan bahwa absorpsi pada beton dengan mutu 45.3 MPa lebih kecil dari beton mutu 32.3 MPa, Hal ini disebabkan antara lain sebagai berikut :

1. Faktor air semen yang digunakan pada mutu 45.3 MPa lebih kecil dari mutu 32.3 MPa sehingga kapiler yang terbentuk akibat penguapan air juga kecil.
2. Pori-pori yang timbul di gel/pasta semen kecil karena air yang tidak dipakai untuk reaksi hidrasi semen juga kecil.

## 4.2 Hasil Eksperimental Tahap III

Pada tahap ini digunakan larutan Calcium Stearate nomor 4 yang menghasilkan absorpsi yang cukup optimum pada tahap II. Hasil pengujian absorpsi terlihat pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Hasil uji absorpsi dengan larutan Calcium Stearate nomor 4

| No | Sampel | mutu 38.9 MPa  |                 |                 | mutu 49.4 MPa  |                 |                 |
|----|--------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|    |        | Awal<br>(gram) | Akhir<br>(gram) | Absorpsi<br>(%) | Awal<br>(gram) | Akhir<br>(gram) | Absorpsi<br>(%) |
| 1  | Normal | 1616           | 1672            | 3.47            | 1675           | 1727            | 3.10            |
| 2  | Normal | 1623           | 1683            | 3.7             | 1690           | 1744            | 3.20            |
| 3  | Normal | 1646           | 1708            | 3.77            | 1675           | 1729            | 3.22            |
| 4  | +NN    | 1670           | 1714            | 2.63            | 1697           | 1737            | 2.36            |
| 5  | +NN    | 1646           | 1688            | 2.55            | 1661           | 1699            | 2.29            |
| 6  | +NN    | 1637           | 1681            | 2.69            | 1684           | 1725            | 2.32            |
| 7  | NN+CS  | 1307           | 1638            | 1.93            | 1676           | 1706            | 1.79            |
| 8  | NN+CS  | 1582           | 1611            | 1.83            | 1661           | 1690            | 1.75            |
| 9  | NN+CS  | 1632           | 1662            | 1.84            | 1673           | 1700            | 1.61            |

Keterangan :

Slump mutu 38.9 MPa

- Normal = 10 cm
- + NN = 12 cm
- + NN + CS = 12 cm

Slump mutu 49.4 MPa

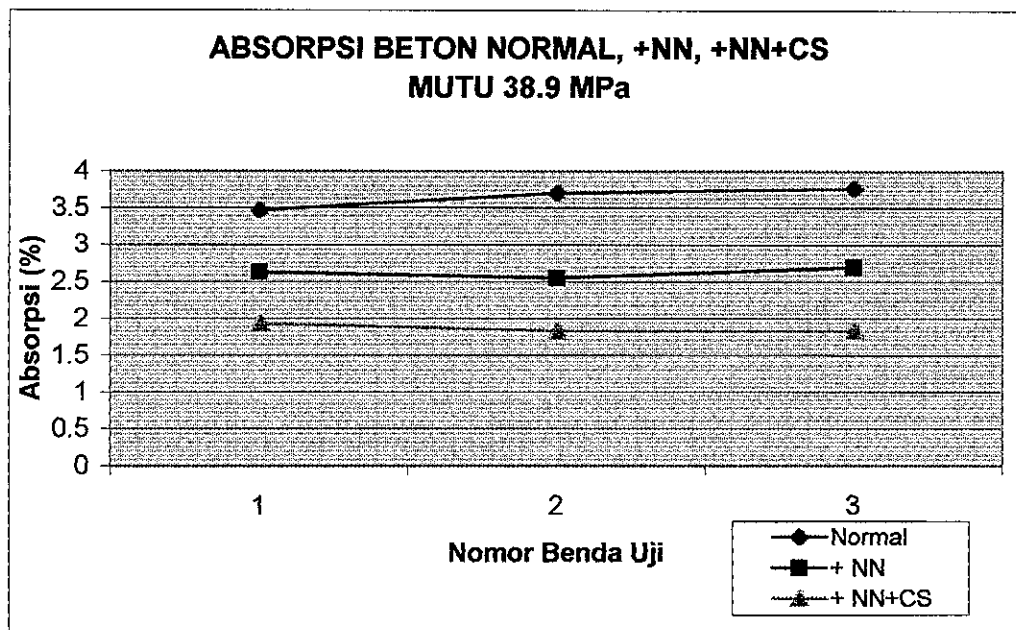
- Normal = 12 cm
- + NN = 11 cm
- + NN + CS = 12 cm

Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun

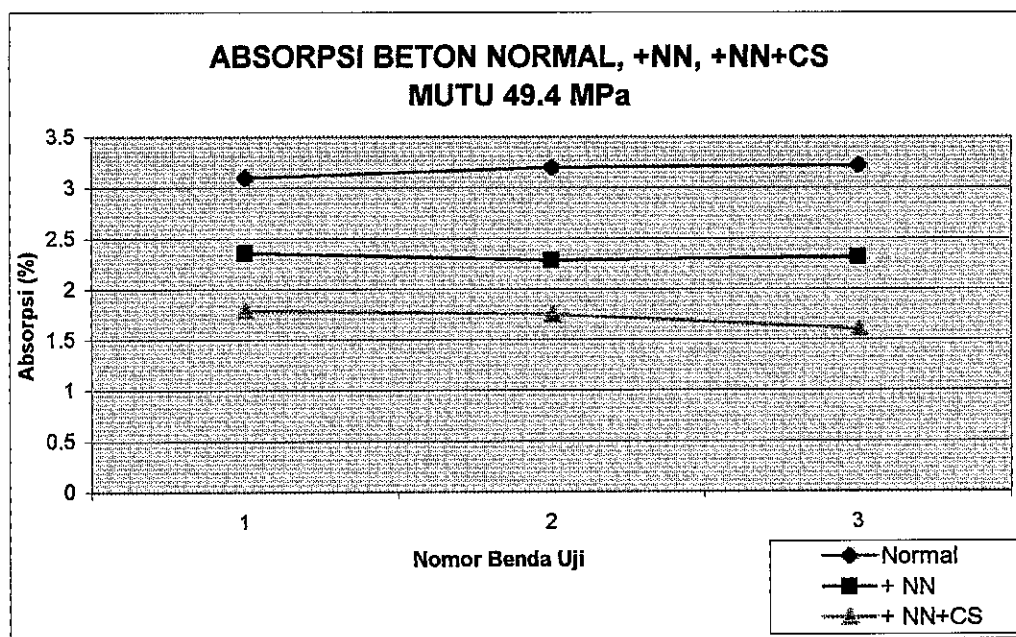
NN : *Superplasticiser* Sikament NN

CS : Larutan Calcium Stearate

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat bahwa absorpsi untuk beton mutu normal ditambah (NN+CS) di bawah 2%. Penurunan ini cukup signifikan bila dibandingkan dengan absorpsi beton mutu normal maupun beton mutu normal ditambah dengan Sikament NN.



Gambar 4.6 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 38.9 MPa



Gambar 4.7 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS mutu 49.4 MPa

Berdasarkan gambar 4.6 dan 4.7 terlihat bahwa absorpsi beton mutu normal ditambah (NN+CS) berada pada garis yang paling bawah. Kemudian di atasnya menyusul absorpsi beton mutu normal + NN. Dan garis yang paling atas adalah absorpsi beton mutu normal.

Perhitungan persentase absorpsi sebagai berikut :

Mutu 38.9 MPa

Beton Normal  $= (3.47+3.70+3.77)/3 = 3.65\%$

Beton Normal + NN  $= (2.63+2.55+2.69)/3 = 2.62\%$

Beton Normal + NN + Calcium Stearate  $= (1.93+1.83+1.84)/3 = 1.87\%$

Prosentase penurunan absorpsi dari beton normal dan setelah penambahan Calcium Stearate adalah sebesar 49%.

Mutu 49.4 MPa

Beton Normal  $= (3.10+3.20+3.22)/3 = 3.17\%$

Beton Normal + NN  $= (2.36+2.29+2.32)/3 = 2.32\%$

Beton Normal + NN + Calcium Stearate  $= (1.79+1.75+1.61)/3 = 1.72\%$

Prosentase penurunan absorpsi dari beton normal dan setelah penambahan Calcium Stearate adalah sebesar 46%. Berdasarkan hasil rata-rata tersebut dapat dikatakan bahwa Calcium Stearate menurunkan absorpsi beton.

Tabel 4.4 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari mutu 38.9 MPa dan 49.4 MPa dengan larutan Calcium Stearate nomor 4

| No | Desain            | Mutu 38.9 MPa |                | 49.4 MPa   |                |
|----|-------------------|---------------|----------------|------------|----------------|
|    |                   | Beban (KN)    | Tegangan (MPa) | Beban (KN) | Tegangan (MPa) |
| 1  | Beton Normal      | 560           | 31.69          | 730        | 41.31          |
| 2  | Beton Normal      | 600           | 33.95          | 760        | 43.01          |
| 3  | Beton Normal      | 480           | 27.16          | 700        | 39.61          |
| 4  | Beton Normal      | 600           | 33.95          | 730        | 41.31          |
| 5  | Beton Normal      | 620           | 35.09          | 700        | 39.61          |
| 6  | Beton Normal      | 550           | 31.12          | 740        | 41.88          |
| 7  | Beton Normal + NN | 670           | 37.92          | 830        | 46.97          |
| 8  | Beton Normal + NN | 620           | 35.09          | 800        | 45.27          |
| 9  | Beton Normal + NN | 620           | 35.09          | 830        | 46.97          |
| 10 | Beton Normal + NN | 560           | 31.69          | 840        | 47.54          |
| 11 | Beton Normal + NN | 610           | 34.52          | 890        | 50.37          |
| 12 | Beton Normal + NN | 580           | 32.82          | 880        | 49.80          |
| 13 | Normal+NN+CS      | 600           | 33.95          | 740        | 41.88          |
| 14 | Normal+NN+CS      | 580           | 32.82          | 700        | 39.61          |
| 15 | Normal+NN+CS      | 630           | 35.65          | 780        | 44.14          |
| 16 | Normal+NN+CS      | 590           | 33.39          | 720        | 40.74          |
| 17 | Normal+NN+CS      | 570           | 32.26          | 760        | 43.01          |
| 18 | Normal+NN+CS      | 610           | 34.52          | 730        | 41.31          |

Berdasarkan tabel 4.4 untuk mutu 38.9 MPa didapat hasil rata-rata kuat tekan sebagai berikut :

- beton normal = 38.95 MPa
- beton normal + NN = 41.43 MPa
- beton normal + NN + CS = 40.52 MPa

Walaupun terjadi penurunan bila hanya ditambah NN saja, namun bila dibandingkan dengan beton normal masih ada kenaikan sebesar 4.9%.

Sedangkan untuk mutu 49.4 MPa hasil rata-rata kuat tekannya sebagai berikut :

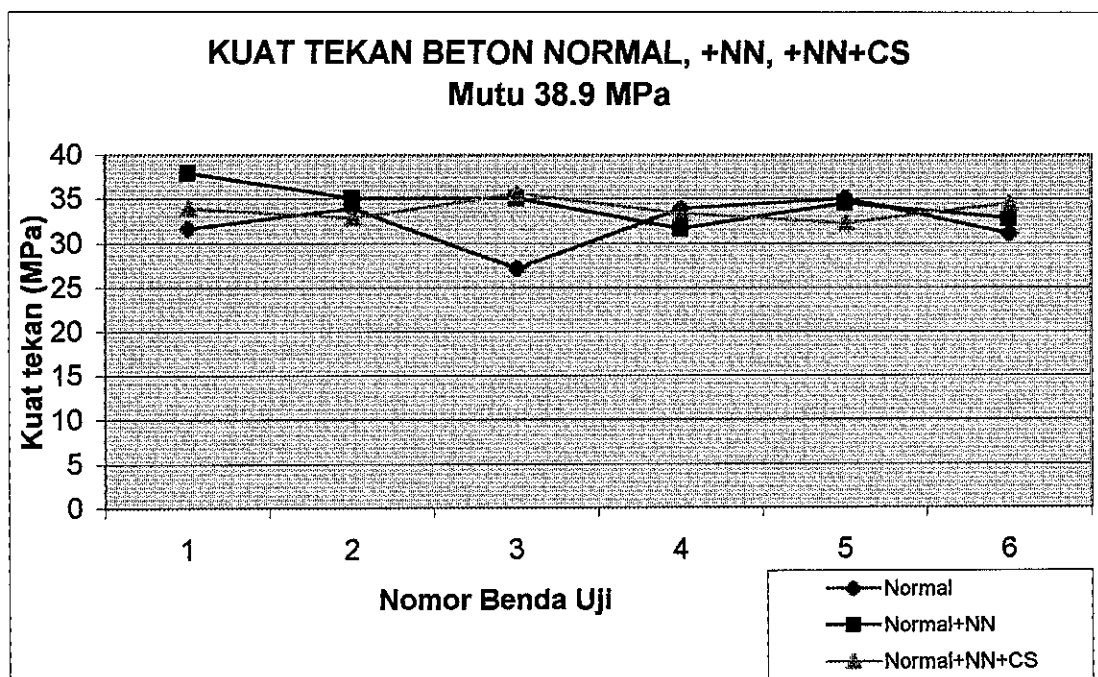
- beton normal = 49.35 MPa



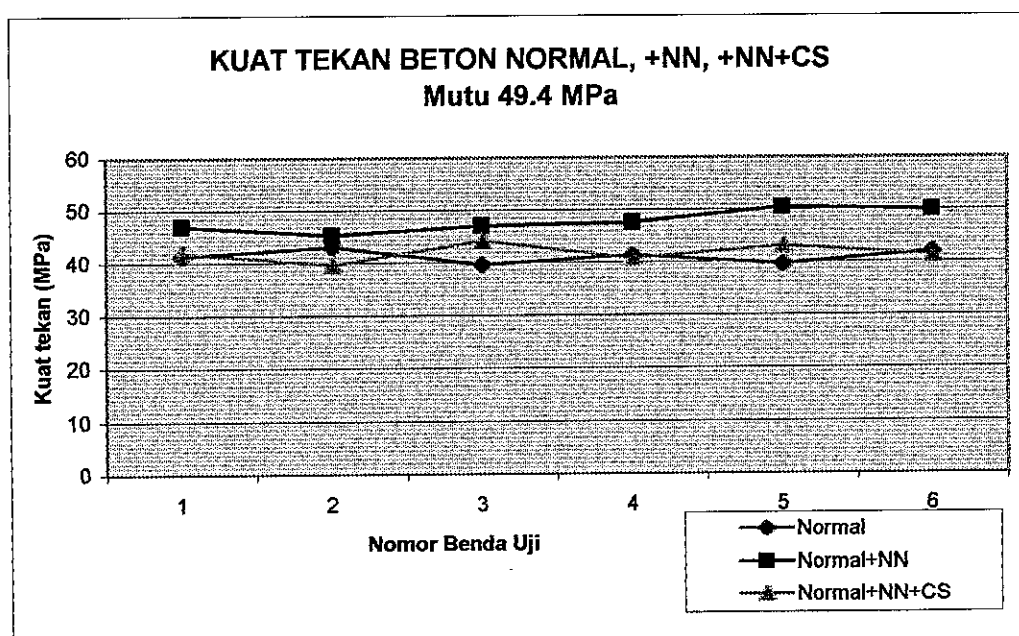
- beton normal + NN = 57.38 MPa

- beton normal + NN + CS = 50.14 MPa

Kuat tekan beton normal ke beton dengan penambahan Calcium Stearate terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 1.6 %.



Gambar 4.8 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS mutu 38.9 MPa



Gambar 4.9 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS mutu 49.4 MPa

Berdasarkan tabel 4.8 dan 4.9 terlihat bahwa secara umum kuat tekan beton mutu normal ditambah (NN) berada paling atas, disusul kuat tekan beton mutu normal ditambah (NN+CS). Dan yang paling rendah adalah kuat tekan beton mutu normal. Secara keseluruhan Calcium Stearate masih bisa digunakan karena kuat tekannya masih seimbang bila dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.

#### 4.3 Hasil Eksperimental Tahap IV

Pada tahap ini digunakan larutan Calcium Stearate nomor 4 dikombinasikan dengan larutan Aspal Emulsi pada beton mutu normal. Hasil absorpsi ditunjukkan pada tabel 4.5.

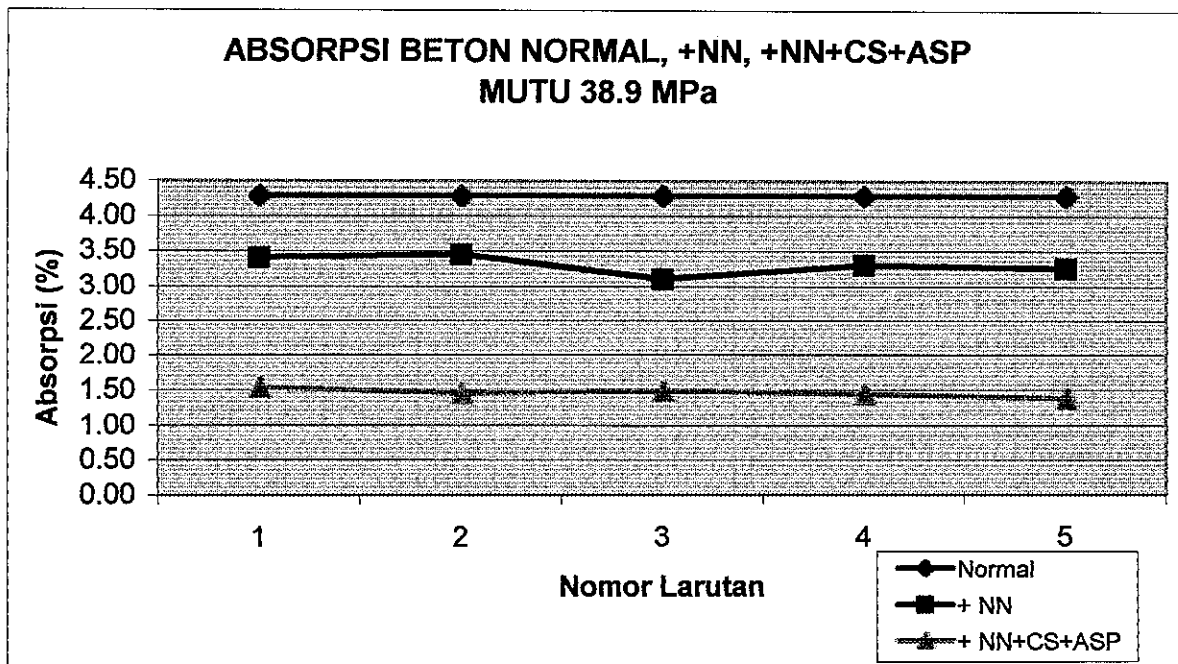
Tabel 4.5 Hasil uji absorpsi dengan larutan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi

| No | Sampel      | mutu 38.9 MPa  |                 |                  | mutu 49.4 MPa  |                 |                  |
|----|-------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|
|    |             | Absorpsi I (%) | Absorpsi II (%) | Absorpsi III (%) | Absorpsi I (%) | Absorpsi II (%) | Absorpsi III (%) |
| 1  | Normal      | 4.25           | 4.31            | 4.29             | 3.80           | 3.88            | 3.85             |
| 2  | 1+NN        | 3.38           | 3.42            | 3.40             | 3.15           | 3.18            | 3.09             |
| 3  | 2+NN        | 3.42           | 3.45            | 3.49             | 3.24           | 3.26            | 3.18             |
| 4  | 3+NN        | 3.18           | 3.09            | 3.01             | 3.28           | 3.25            | 3.20             |
| 5  | 4+NN        | 3.25           | 3.30            | 3.34             | 3.10           | 3.14            | 3.02             |
| 6  | 5+NN        | 3.32           | 3.24            | 3.20             | 3.21           | 3.19            | 3.15             |
| 7  | 1+NN+CS+ASP | 1.55           | 1.58            | 1.50             | 1.47           | 1.45            | 1.43             |
| 8  | 2+NN+CS+ASP | 1.45           | 1.44            | 1.49             | 1.43           | 1.44            | 1.39             |
| 9  | 3+NN+CS+ASP | 1.52           | 1.46            | 1.48             | 1.35           | 1.28            | 1.32             |
| 10 | 4+NN+CS+ASP | 1.42           | 1.46            | 1.45             | 1.34           | 1.30            | 1.29             |
| 11 | 5+NN+CS+ASP | 1.36           | 1.41            | 1.38             | 1.23           | 1.26            | 1.25             |

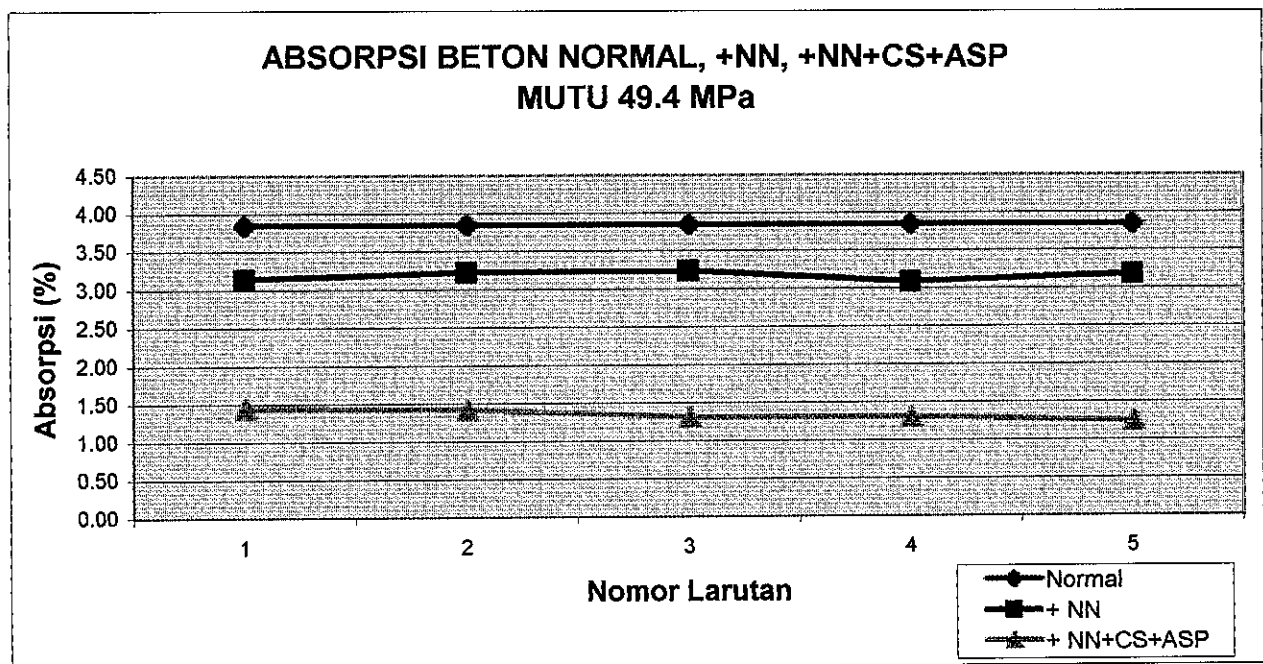
Keterangan :

Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun  
 NN : *Superplasticiser* Sikament NN  
 CS : Larutan Calcium Stearate  
 ASP : Aspal Emulsi

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan bahwa larutan 5 adalah larutan yang paling menghasilkan absorpsi yang paling kecil, baik mutu 38.9 MPa maupun 49.4 MPa yaitu 1.38 % dan 1.25 %. Perbandingan akan sangat kelihatan sekali bila di tampilkan dalam gambar batang berikut. Berikut ini adalah grafik dari hasil di atas.:



Gambar 4.10 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 38.9 MPa



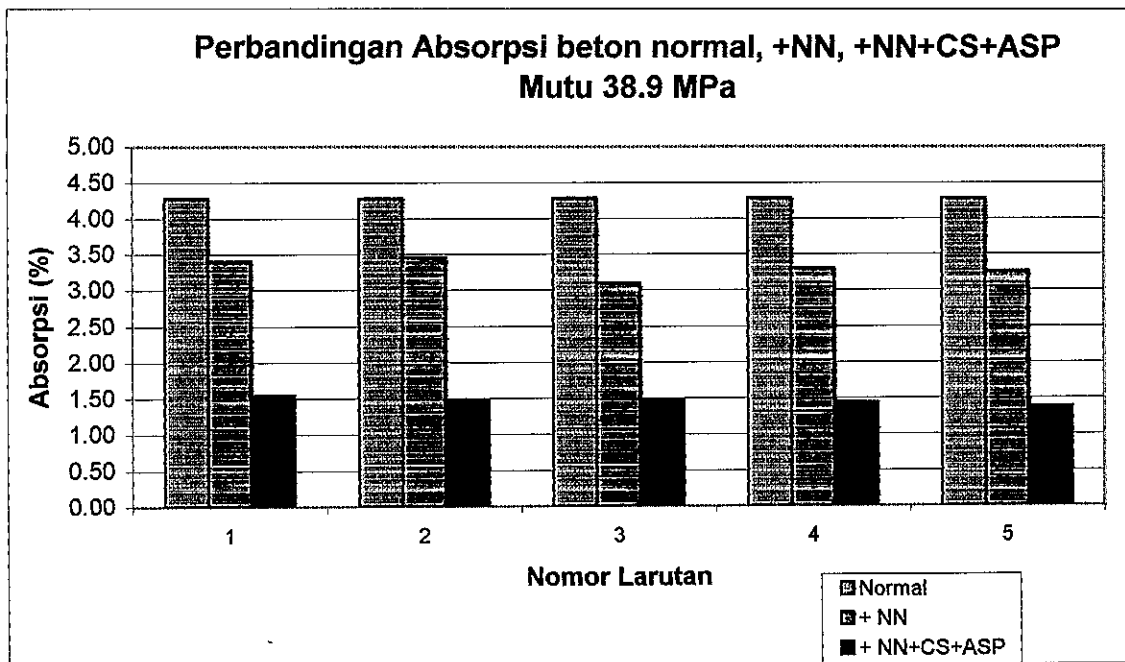
Gambar 4.11 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 49.4 MPa

Berdasarkan tabel 4.10 dan 4.11 terlihat bahwa absorpsi beton mutu normal ditambah (NN+CS+ASP) berada pada garis paling bawah. Absorpsi beton mutu normal ditambah

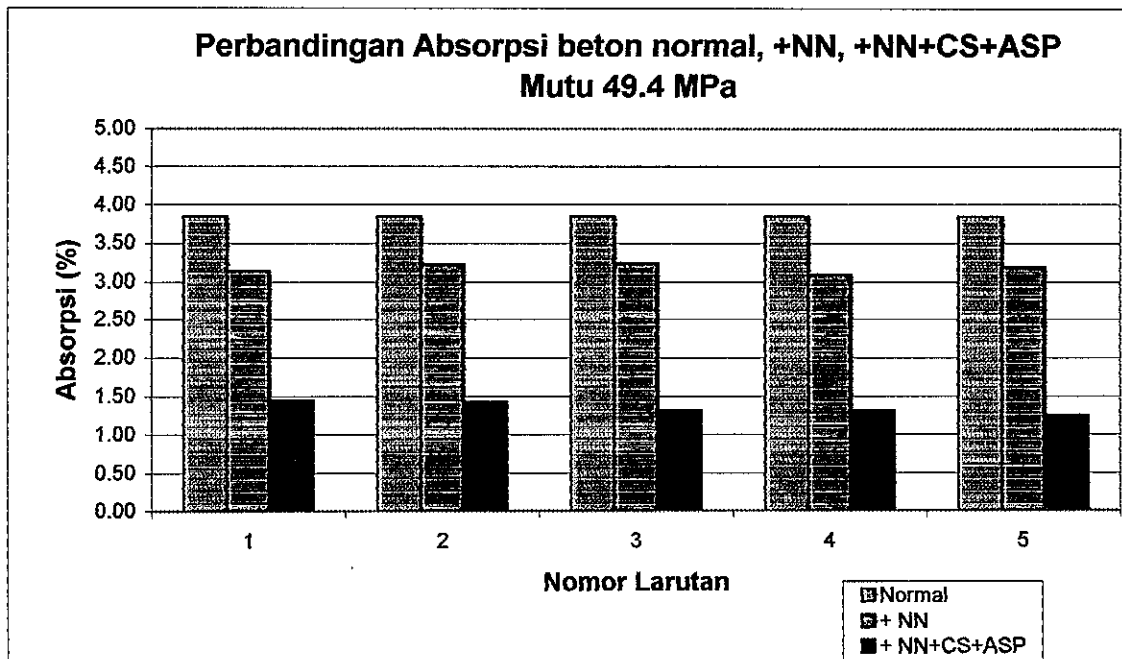
NN berada di atasnya. Sedangkan absorpsi beton mutu normal mempunyai nilai yang paling tinggi.

Dari data di atas dengan penambahan Aspal Emulsi, absorpsi dapat diturunkan sangat berarti. Ini menunjukkan bahwa fungsi butiran aspal sebagai *power blocker* benar-benar efektif untuk mencegah air menembus lubang kapiler.

Perbandingannya akan sangat kelihatan sekali bila di tampilkan dalam gambar batang berikut :



Gambar 4.12 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP Mutu 38.9 MPa



Gambar 4.13 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP Mutu 49.4 MPa

Berdasarkan gambar 4.12 dan 4.13 terlihat bahwa penurunan nilai absorpsi sangat signifikan. Penambahan NN pada beton normal dapat menurunkan absorpsi tetapi absorpsinya masih lebih besar dari 2%. Sedangkan penambahan (NN+CS+ASP) dapat menurunkan absorpsi hingga dibawah 2%.

#### 4.4 Hasil Eksperimental Tahap V

Pada tahap ini digunakan larutan Calcium Stearate + Aspal Emulsi nomor 5 untuk beton mutu normal. Hasil pengujian absorpsi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil uji absorpsi dengan larutan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi nomor 5

| No | Sampel      | Mutu 30.2 MPa  |                 |                 | Mutu 34.2 MPa  |                 |                 | Mutu 41.5 MPa  |                 |                 |
|----|-------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|    |             | Awal<br>(gram) | Akhir<br>(gram) | Absorpsi<br>(%) | Awal<br>(gram) | Akhir<br>(gram) | Absorpsi<br>(%) | Awal<br>(gram) | Akhir<br>(gram) | Absorpsi<br>(%) |
| 1  | Normal      | 1686           | 1742            | 3.32            | 1669           | 1725            | 3.35            | 1675           | 1733            | 3.46            |
| 2  | Normal      | 1679           | 1738            | 3.51            | 1661           | 1717            | 3.40            | 1696           | 1752            | 3.30            |
| 3  | Normal      | 1681           | 1737            | 3.33            | 1669           | 1725            | 3.35            | 1688           | 1742            | 3.19            |
| 4  | +NN         | 1748           | 1785            | 2.11            | 1670           | 1705            | 2.10            | 1726           | 1764            | 2.20            |
| 5  | +NN         | 1735           | 1771            | 2.07            | 1678           | 1714            | 2.12            | 1739           | 1774            | 2.01            |
| 6  | +NN         | 1723           | 1761            | 2.20            | 1666           | 1702            | 2.14            | 1734           | 1772            | 2.19            |
| 7  | 5+NN+CS+ASP | 1711           | 1732            | 1.23            | 1659           | 1679            | 1.20            | 1752           | 1770            | 1.01            |
| 8  | 5+NN+CS+ASP | 1739           | 1757            | 1.03            | 1665           | 1683            | 1.10            | 1745           | 1761            | 0.92            |
| 9  | 5+NN+CS+ASP | 1733           | 1753            | 1.15            | 1633           | 1649            | 1.00            | 1732           | 1751            | 1.09            |

Keterangan :

Slump mutu 30.2 MPa

- normal = 11
- + NN = 11
- + NN + CS = 12

Slump mutu 34.2 MPa

- normal = 11
- + NN = 12
- + NN + CS = 12

Slump mutu 41.5 MPa

- normal = 12
- + NN = 12
- + NN + CS = 11

Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun

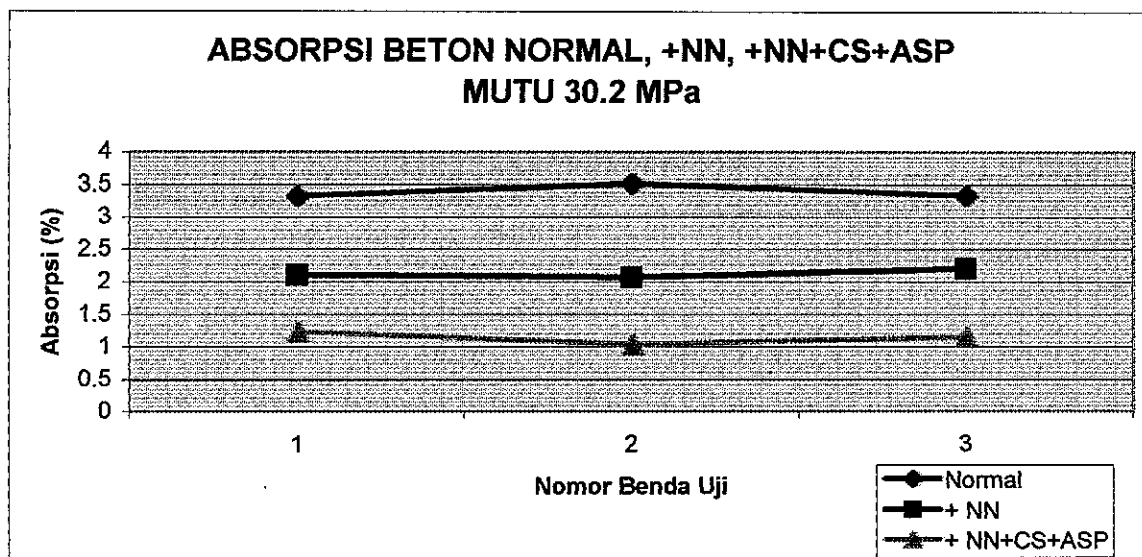
NN : *Superplasticiser* Sikament NN

CS : Larutan Calcium Stearate

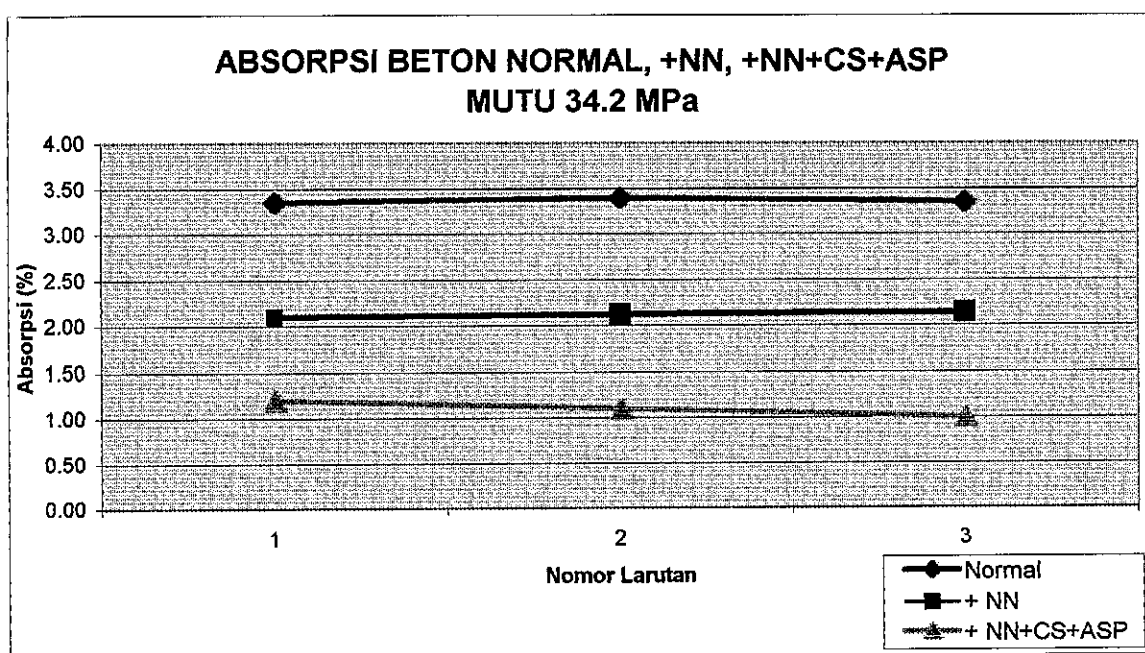
ASP : Aspal Emulsi

Berdasarkan tabel 4.6 terlihat bahwa penambahan (NN+CS+ASP) pada beton mutu normal dapat menurunkan absorpsi di bawah 2% untuk ketiga sample. Bahkan sebagian di bawah 1%. Sedangkan penambahan NN pada beton mutu normal, absorpsinya masih di atas 2%.

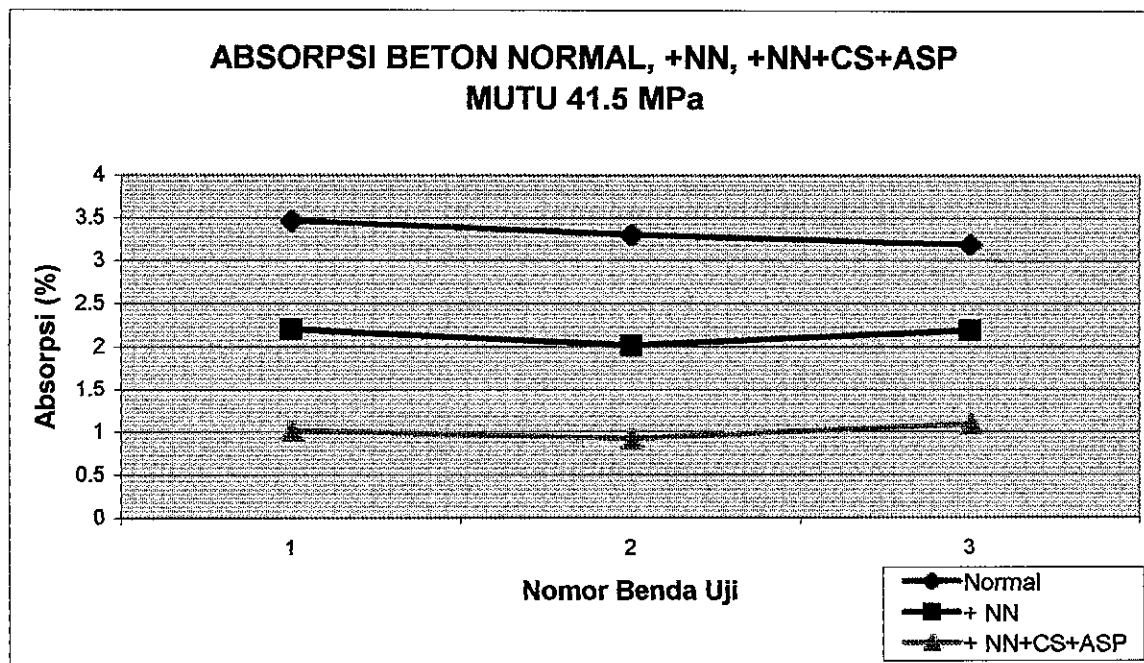
Untuk memperjelas perilakunya ditampilkan dalam gambar sebagai berikut :



Gambar 4.14 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 30.2 MPa



Gambar 4.15 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 33.9 MPa



Gambar 4.16 Absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 41.5 MPa

Berdasarkan gambar 4.14, 4.15 dan 4.16 terlihat bahwa absorpsi beton mutu normal ditambah (NN+CS+ASP) berada paling bawah. Di atasnya adalah hubungan garis absorpsi dari benda uji beton mutu normal ditambah NN. Sedangkan beton mutu normal mempunyai absorpsi yang paling tinggi, hubungan garis absorpsinya berada paling atas.

Dari pengujian terakhir ini didapat rata-rata absorpsi sebagai berikut :

#### Mutu 30.2 MPa

Beton Normal  $= (3.32+3.51+3.33)/3 = 3.39\%$

Beton Normal + NN  $= (2.11+2.07+2.20)/3 = 2.13\%$

Beton Normal + NN + Calcium Stearate + Aspal Emulsi  $= (1.23+1.03+1.15)/3 = 1.14\%$

Prosentase penurunan absorpsi dari beton normal dan setelah penambahan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi adalah sebesar 66%.

#### Mutu 34.2 MPa

Beton Normal  $= (3.35+3.40+3.35)/3 = 3.36\%$

Beton Normal + NN  $= (2.10+2.12+2.14)/3 = 2.12\%$

Beton Normal + NN + Calcium Stearate + Aspal Emulsi  $= (1.20+1.10+1.00)/3 = 1.10\%$



Mutu 41.5 MPa

Beton Normal  $= (3.46+3.30+3.19)/3 = 3.32\%$

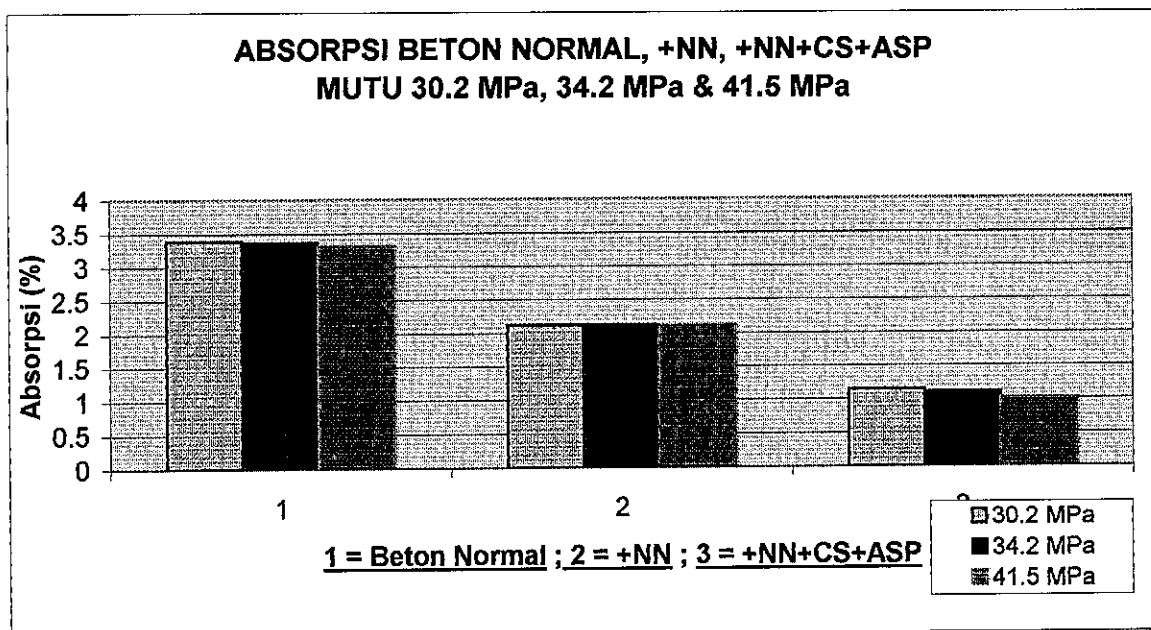
Beton Normal + NN  $= (2.20+2.01+2.19)/3 = 2.13\%$

Beton Normal + NN + Calcium Stearate + Aspal Emulsi  $= (1.01+0.92+1.09)/3 = 1.01\%$

Prosentase penurunan absorpsi dari beton normal dan setelah penambahan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi adalah sebesar 70%.

Berdasarkan hasil rata-rata tersebut dapat dikatakan bahwa Calcium Stearate ditambah dengan Aspal Emulsi dapat menurunkan absorpsi beton. Semakin tinggi kandungan semen yang digunakan dalam desain beton maka bila ditambah aditif ini akan semakin kecil pula absorpsinya. Untuk beton normal bila mutunya semakin tinggi maka absorpsinya juga semakin kecil. Sedangkan untuk beton yang menggunakan sikamen NN absorpsi untuk mutu yang berbeda absorpsinya hampir relatif sama.

Hal ini akan semakin terlihat nyata perbandingannya bila ditampilkan dalam gambar batang berikut ini.



Gambar 4.17 Perbandingan absorpsi beton normal, +NN, +NN+CS+ASP pada mutu 30.2 MPa, 34.2 MPa dan mutu 41.5 MPa

Berdasarkan gambar 4.17 terlihat bahwa absorpsi pada beton mutu 30.2 MPa sedikit lebih besar bila dibandingkan dengan absorpsi beton mutu 34.2 MPa dan 41.5 MPa setelah ditambah (NN+CS+ASP). Dari pengujian kuat desak umur 3 hari didapat data sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil kuat tekan beton umur 3 hari mutu = 30.2 MPa dan 41.5 MPa

| No | Desain             | Kuat Tekan<br>30.2 MPa | Kuat Tekan<br>41.5 MPa |
|----|--------------------|------------------------|------------------------|
| 1  | Beton Normal       | 14.71                  | 20.93                  |
| 2  | Beton Normal + NN  | 22.64                  | 22.07                  |
| 3  | Normal+NN+CS+Aspal | 20.94                  | 21.50                  |

Dari hasil uji di atas menunjukkan bahwa pada umur 3 hari dengan penambahan larutan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi tidak terjadi penurunan kuat tekan dari beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun. Jadi bisa diprediksikan pada umur 28 hari tidak akan terjadi penurunan kuat tekan. Berikut ini adalah hasil kuat tekan beton umur 28 hari.

Tabel 4.8 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari mutu mutu 30.2 MPa, 34.2 MPa dan 41.5 MPa

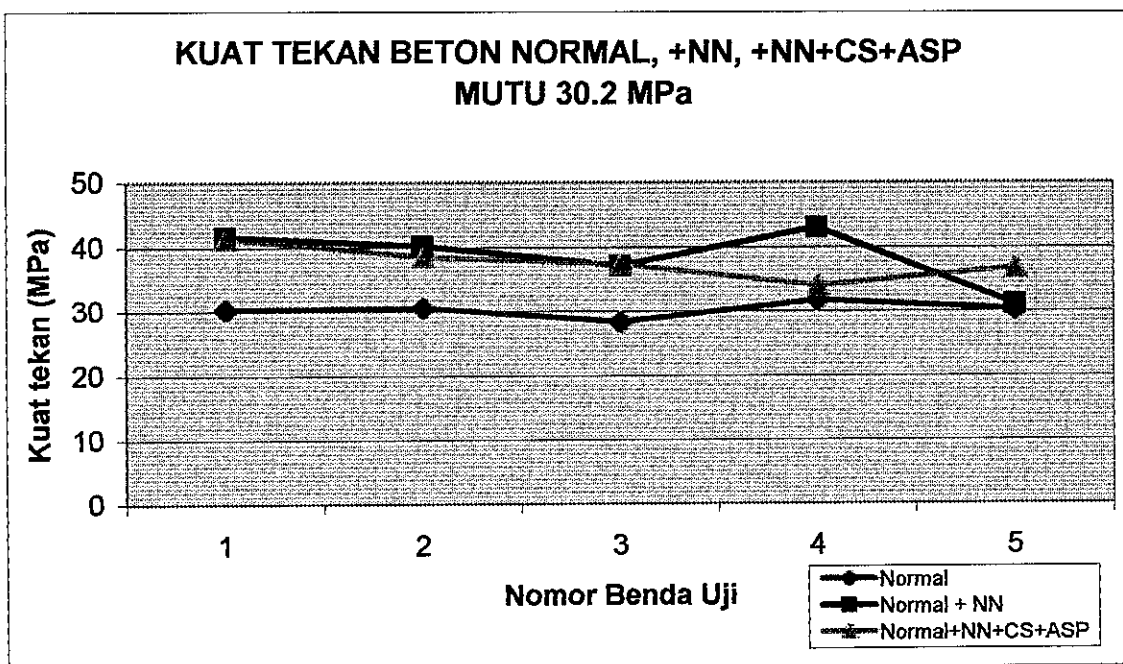
| No | Desain             | mutu 30.2 MPa     | mutu 34.2 MPa     | mutu 41.5 MPa     |
|----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|    |                    | Tegangan<br>(MPa) | Tegangan<br>(MPa) | Tegangan<br>(MPa) |
| 1  | Beton Normal       | 30.28             | 36.00             | 41.03             |
| 2  | Beton Normal       | 30.56             | 32.60             | 39.40             |
| 3  | Beton Normal       | 28.29             | 32.60             | 40.74             |
| 4  | Beton Normal       | 31.69             | 35.00             | 43.86             |
| 5  | Beton Normal       | 30.28             | 34.80             | 42.73             |
| 6  | Beton Normal + NN  | 41.59             | 41.00             | 49.52             |
| 7  | Beton Normal + NN  | 40.18             | 40.70             | 50.08             |
| 8  | Beton Normal + NN  | 37.07             | 40.30             | 46.97             |
| 9  | Beton Normal + NN  | 43.01             | 41.70             | 45.84             |
| 10 | Beton Normal + NN  | 31.12             | 38.70             | 49.23             |
| 11 | Normal+NN+CS+Aspal | 41.31             | 39.20             | 48.67             |
| 12 | Normal+NN+CS+Aspal | 38.48             | 36.50             | 44.98             |
| 13 | Normal+NN+CS+Aspal | 37.34             | 39.20             | 47.54             |
| 14 | Normal+NN+CS+Aspal | 33.95             | 37.30             | 44.14             |
| 15 | Normal+NN+CS+Aspal | 36.78             | 40.60             | 52.06             |

## Keterangan :

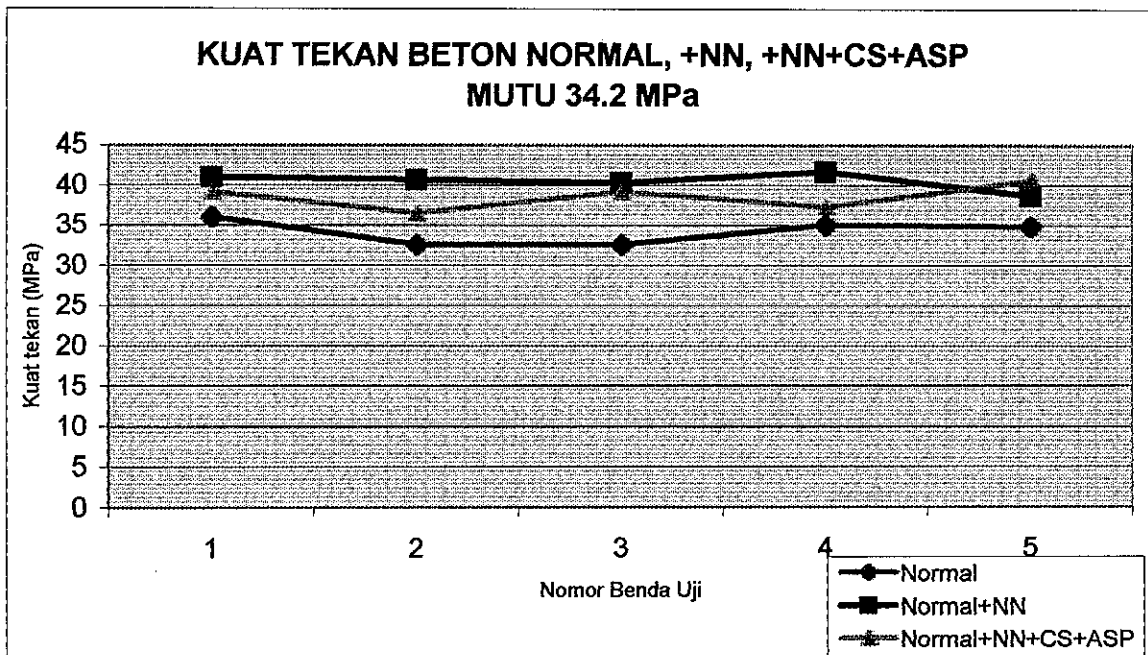
Normal : Beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun  
 NN : Superplasticiser Sikament NN  
 CS : Larutan Calcium Stearate  
 Aspal : Aspal Emulsi

Dari tabel 4.8 terlihat bahwa kuat tekan beton mutu normal ditambah (NN+CS+ASP) seluruh benda ujinya masih di atas kuat tekan beton mutu normal.

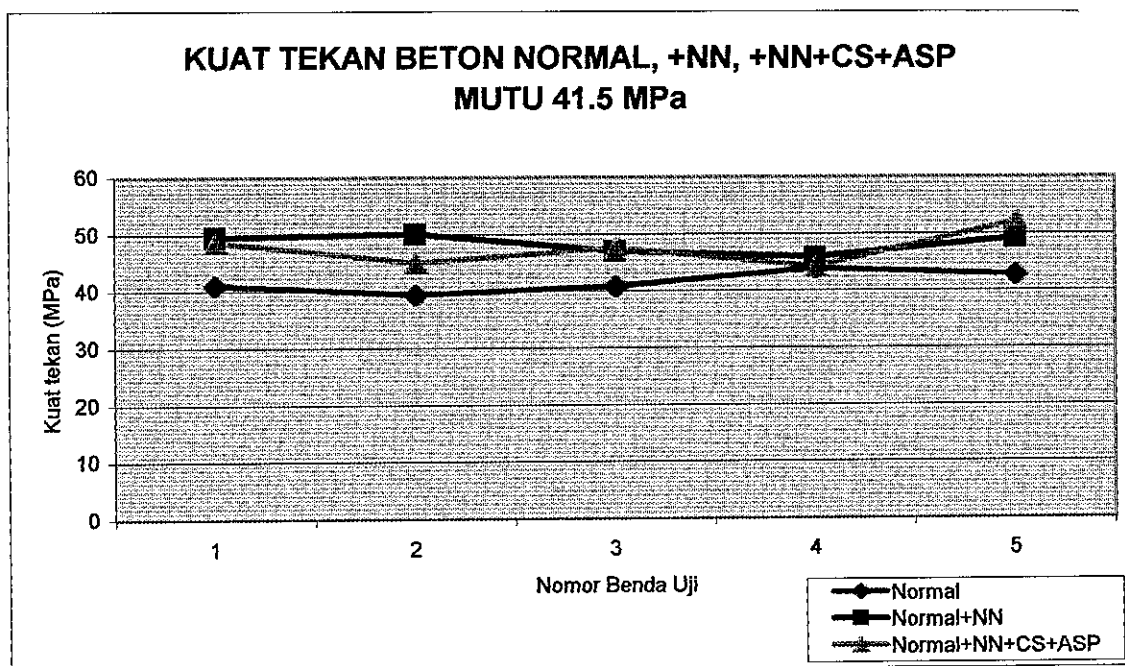
Untuk memperjelas gambaran seberapa jauh pengaruh Calcium Stearate dan Aspal Emulsi berpengaruh ke kuat tekannya, data disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4.18 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 30.2 MPa



Gambar 4.19 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 33.9 MPa



Gambar 4.20 Kuat tekan beton normal, +NN, +NN+CS+ASP mutu 41.5 MPa

Dari gambah 4.18, 4.19 dan 4.20 terlihat bahwa kuat tekan beton normal ditambah (NN+CS+ASP) terletak di atas garis kuat tekan beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun.

Hasil rata-rata dari benda uji di atas adalah sebagai berikut :

Beton dengan mutu 30.2 MPa :

1. Beton Normal = 30.22 MPa
2. Beton Normal + Sikament NN = 38.59 MPa
3. Beton Normal + NN + Calcium Stearate+Aspal Emulsi = 37.57 MPa

Beton dengan mutu 34.2 MPa :

1. Beton Normal = 34.20 MPa
2. Beton Normal + Sikament NN = 40.48 MPa
3. Beton Normal + NN + Calcium Stearate+Aspal Emulsi = 38.56 MPa

Beton dengan mutu 41.5 MPa :

1. Beton Normal = 41.55 MPa
2. Beton Normal + Sikament NN = 48.33 MPa
3. Beton Normal + NN + Calcium Stearate+Aspal Emulsi = 47.48 MPa

Berdasarkan dari hasil rata-rata kuat tekan baik mutu 30.2 MPa, 34.2 MPa dan 41.5 MPa terjadi penurunan kuat tekan pada saat penambahan aditif kedap air bila dibandingkan dengan kuat tekan dengan penambahan Sikament NN saja.

Untuk mutu 30.2 MPa dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. dari beton normal ke beton dengan penambahan larutan kedap air terjadi kenaikan sebesar  $(37.57-30.22)/30.22 \times 100\% = 24 \%$
2. dari beton normal + sikament NN ke beton dengan larutan kedap air terjadi penurunan kuat tekan sebesar  $= (38.59-37.57)/38.59 \times 100\% = 2.6 \%$

Untuk mutu 34.2 MPa dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. dari beton normal ke beton dengan penambahan larutan kedap air terjadi kenaikan sebesar  $(38.56-34.20)/34.20 \times 100\% = 12 \%$
2. dari beton normal + Sikament NN ke beton dengan larutan kedap air terjadi penurunan kuat tekan sebesar  $= (40.48-38.56)/38.56 \times 100\% = 4.9 \%$

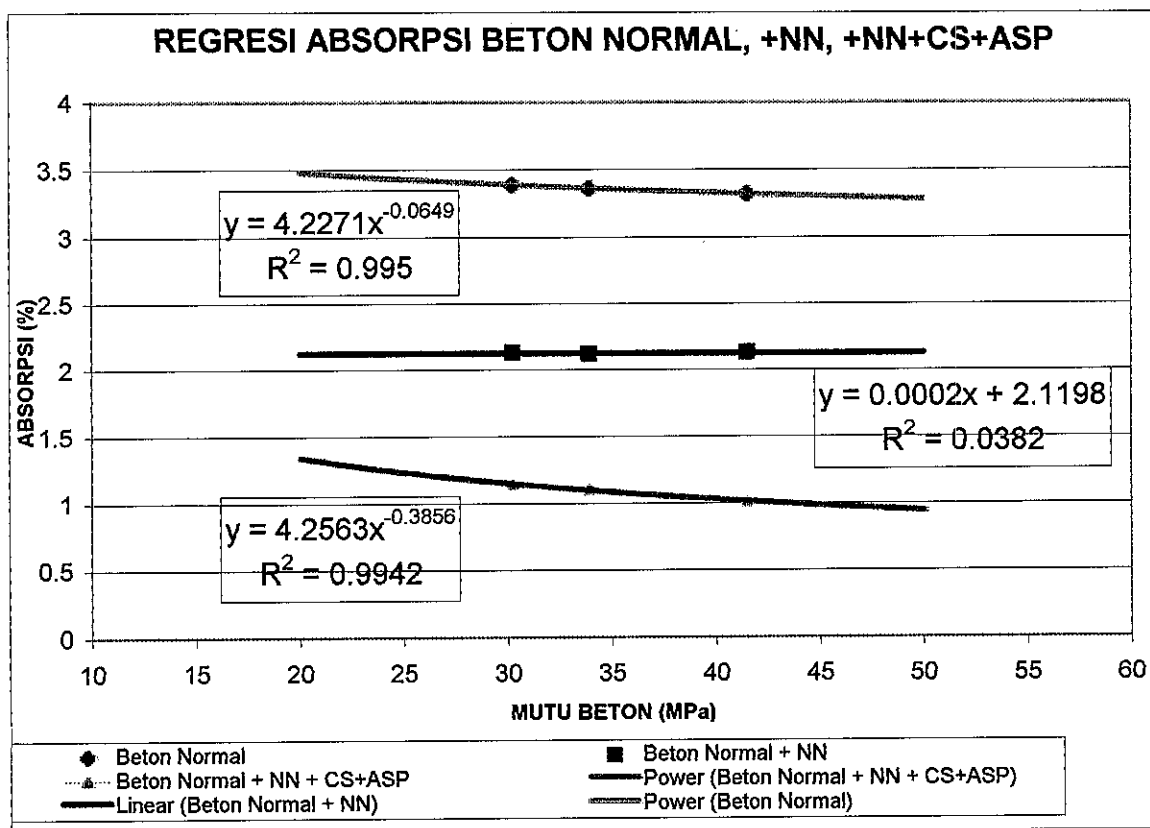
Untuk mutu 41.5 MPa dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Dari beton normal ke beton dengan penambahan larutan kedap air terjadi kenaikan sebesar  $(47.48-41.55)/41.55 \times 100\% = 14 \%$
2. dari beton normal + Sikament NN ke beton dengan larutan kedap air terjadi penurunan kuat tekan sebesar  $= (48.33-47.48)/48.33 \times 100\% = 1.8 \%$

Dibagian lain dengan penambahan aditif kedap air terjadi penurunan absorpsi yang sangat rendah yaitu menjadi berkisar 1%. Hal ini menjadi keuntungan tersendiri untuk desain beton yang harus tidak tembus oleh air.

Dengan beton menjadi kedap air, tulangan akan lebih terlindungi dari bahan yang dapat menyebabkan timbulnya korosi, yang pada akhirnya akan merusak struktur beton secara keseluruhan. Dibagian lain kenyamanan akan lebih meningkat bila konstruksi basement tidak terjadi kebocoran oleh air. Kerugian yang ditimbulkan akibat tidak kedapnya beton terhadap penetrasi air akan menambah biaya perbaikan yang sangat besar.

Berikut ini adalah hasil regresi absorpsi beton normal, setelah ditambah superplasticiser, dan setelah ditambah superplasticiser + bahan kedap air.



Gambar 4.21 Grafik hasil regresi untuk beton normal, setelah ditambah NN, dan setelah ditambah NN, Calcium Stearate dan Aspal Emulsi

Persamaan yang didapat dari hasil regresi adalah sebagai berikut :

1. Untuk beton tanpa tambahan additive apapun

$$Y = 4.2271X^{-0.0649} \text{ dengan } R^2 = 0.995$$

2. Untuk beton setelah ada penambahan *superplasticiser*

$$Y = 0.0002X + 2.1198 \text{ dengan } R^2 = 0.0382$$

3. Untuk beton setelah ada penambahan *superplasticiser*, Calcium Stearate dan Aspal Emulsi

$$Y = 4.2563X^{-0.3856} \text{ dengan } R^2 = 0.9942$$

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan antara lain :

1. Penggunaan Calcium Stearate, Aspal Emulsi dan *superplasticiser* dapat menurunkan absorpsi beton normal. Penurunannya adalah sebagai berikut :

Beton mutu 30.2 MPa

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Beton Normal                 | = 3.39% |
| Beton Normal + NN            | = 2.13% |
| Beton Normal + NN + CS + ASP | = 1.14% |

Beton mutu 34.2 MPa

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Beton Normal                 | = 3.36% |
| Beton Normal + NN            | = 2.12% |
| Beton Normal + NN + CS + ASP | = 1.10% |

Beton mutu 41.5 MPa

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Beton Normal                 | = 3.32% |
| Beton Normal + NN            | = 2.13% |
| Beton Normal + NN + CS + ASP | = 1.01% |

2. Penggunaan Calcium Stearate, Aspal Emulsi dan *superplasticiser* mengakibatkan kuat tekan beton turun. Namun kuat tekan tersebut masih berada di atas kuat tekan beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun, dengan demikian aditif tersebut dapat dipakai, karena dalam pelaksanaan di lapangan pemakaian aditif ini selalu digabung dengan *Superplasticiser*.
3. Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan beton mutu normal ditambah (NN+CS+ASP) masih berada di atas kuat tekan beton mutu normal tanpa tambahan aditif apapun. Kenaikannya berkisar 2%. Hasilnya adalah sebagai berikut :

Beton dengan mutu 30.2 MPa :

- |                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 1. Beton Normal               | = 30.22 MPa |
| 2. Beton Normal + Sikament NN | = 38.59 MPa |
| 3. Beton Normal + NN + CS+ASP | = 37.57 MPa |



Beton dengan mutu 34.2 MPa :

1. Beton Normal = 34.20 MPa
2. Beton Normal + Sikament NN = 40.48 MPa
3. Beton Normal + NN + CS+ASP = 38.56 MPa

Beton dengan mutu 41.5 MPa :

1. Beton Normal = 41.55 MPa
  2. Beton Normal + Sikament NN = 48.33 MPa
  3. Beton Normal + NN + CS+ASP = 47.48 MPa
4. Berdasarkan tes slump yang dilakukan, pemakaian Calcium Stearate, Aspal Emulsi dan *superplasticiser* tidak mempengaruhi kemampuan beton untuk dikerjakan (*workability*) menjadi berkurang, karena bahan tersebut bersifat cair dan mudah larut dalam air.
  5. Berdasarkan perhitungan harga penyusunnya, biaya bahan kedap air ini per 1 m<sup>3</sup> beton adalah berkisar Rp. 25.000, sedangkan bahan kedap air *import* yang beredar saat ini berkisar Rp. 200.000 sampai dengan Rp. 600.000.
  6. Berat bahan kedap air yang menghasilkan absorpsi di bawah 2% adalah sebagai berikut :
    - Calcium Stearate = 50 gram/liter larutan
    - Aspal Emulsi = 25 gram/liter larutan
  7. Berdasarkan grafik hasil regresi bahwa bila mutu beton meningkat maka absorpsinya akan menjadi kecil.

## 5.2 SARAN

Dari hasil penelitian maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Masih perlu dicari suatu bahan kimia lain selain larutan sabun 5% agar aspal emulsi bisa larut bersama sama dengan Calcium Stearate namun tidak menurunkan kuat tekan beton.
2. Perlu diteliti lagi penggunaan Calcium Stearate untuk beton di atas mutu 35 MPa dan di bawah 22.5 MPa, karena beton yang bermutu tinggi mempunyai absorpsi yang lebih kecil dibanding dengan beton mutu rendah.

3. Perlu juga diteliti sejauh mana bahan aditif ini mampu melindungi tulangan beton dari lingkungan yang bisa merusaknya, karena bila tulangan beton berkarat akan mengurangi daya lekat antara tulangan dan beton.
4. Oleh karena larutan aditif mengandung chloride, walaupun masih dibawah batas maksimal, perlu diteliti sejauh mana pengaruhnya terhadap korosi tulangan beton, karena korosi tulangan sangat berbahaya dalam penurunan lekatan antara besi tulangan dengan beton.
5. Tes penetrasi sebaiknya juga dilakukan karena merujuk dalam peraturan beton di Indonesia, penetrasi juga merupakan salah satu indikator beton kedap air.
6. Pengujian sifat tahan lama (*durability*) beton perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh efek penambahan bahan kedap air terhadap umur beton.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM (2002), Annual book of ASTM Standar, section four, Construction, Volume 04.02 Concrete and Aggregates.
2. British Standards Institution, British Standard Testing Concrete, BS 1881 : Part 122 : 1983.
3. Butler,A(1997), "Capillary absorption by concrete", Journal.
4. Cement & Concrete Association of Australia,"Guide to Concrete Construction", (1994).
5. Departemen Pekerjaan Umum (1998), Dirjen Bina Marga, "Perencanaan Penggunaan Aspal Emulsi Untuk Perkerasan Jalan"
6. Departemen Pekerjaan Umum (1991), "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung", SK SNI T-15-1991-03.
7. Departemen Pekerjaan Umum (1989), Badan Penelitian dan Pengembangan PU,"Pedoman Beton 1989".
8. Departemen Pekerjaan Umum (1990), "Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air", SKSNI2-36-1990-03,Yayasan LPMB.
9. Hewlet, P.C et. Al (1987), "Integral Waterproofer for Concrete", Cementation Research Limited, and Fosroc Limited – Construction Chemicals Division.
10. MBT(1997), "Pelatihan Quality Control Pekerjaan Jalan", Dirjen Bina Marga.
11. Monza,PT(2002), "Spesifikasi Teknis Calcium Stearate".
12. Mutohar,Y, (2002) "Pengaruh Penggunaan Filler Fly Ash Terhadap Nilai Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat", Tesis, Undip.
13. Neville, AM(1996), "Properties of Concrete", Longman.
14. Pertamina, PT (2003), "Spesifikasi Teknis Methanol".
15. Pramono, A (2002), "Membuat Sabun Colek", Penebar Swadaya.
16. Shahab, H (1996), "Menata Pengertian Keamanan dan Pengamanan Struktur",Djambatan.
17. Sika Nusa Pratama, PT (2002), "Spesifikasi Teknis Sikament NN".
18. Tattersall,GH and Banfill, BFG (1992), "Rheology of Concrete", Pitman Advanced Publishing Program.